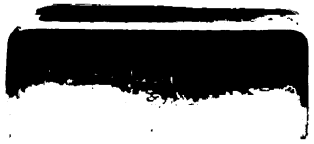
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN DIEGO
3 1822 02345 4457



UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN DIEGO
3 1822 02345 4457

QH
1
N3071

N219.J
LIBRARY
SCRIPPS INSTITUTION
OF OCEANOGRAPHY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LA JOLLA, CALIFORNIA
6296

FEB 9 1907

SCRIPPS INSTITUTION
FOR
BIOLOGICAL RESEARCH

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG

herausgegeben

von

Dr. FERDINAND RUDIO,
Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Zweiundfünfzigster Jahrgang. 1907. Erstes und zweites Heft.

Ausgegeben am 29. Juni 1907.

Zürich,
in Kommission bei Fäsi & Beer.
1907.

TYP. ZÜRCHER & FURRER, ZÜRICH.

Inhalt.

Seite

M. Rikli. Botanische Reisestudien von der spanischen Mittelmeerküste mit besonderer Berücksichtigung der Litoralsteppe. Hiezu Tafel I—XII 1

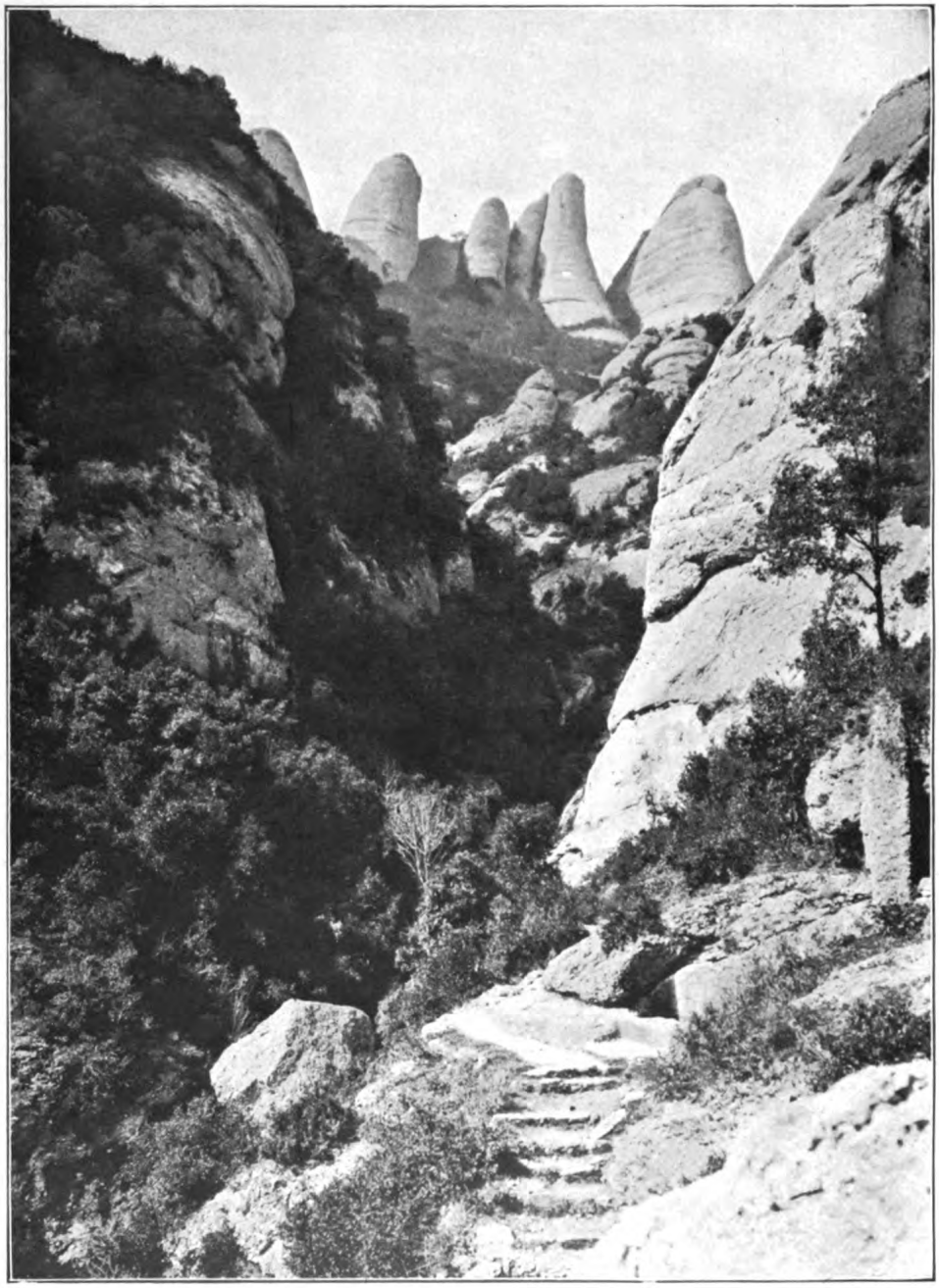
E. Meissner. Über die zahlentheoretischen Formeln Liouville's . . 156

R. Willstätter. Über Chlorophyll und Xanthophyll 217

R. Höber. Eine neue Theorie der Narkose 226

Alb. Heim. Nebensonnen und Ringe vom 10. Februar 1907, gesehen in der Nordostschweiz 232

L. G. du Pasquier. Zur Theorie der Tettarionenideale 243



Phot.: P. Bohny.

Fig. 1. Monserrat: Eingang ins Val Malo.

Im Hintergrund die Felspyramiden „los Gigantes". Vegetation: Macchien (pag. 26). Blick vom Kloster nach Nordwesten.

Arbeiten aus dem botanischen Museum des eidg. Polytechnikums.

XV.

Botanische Reisestudien von der spanischen Mittelmeerküste

mit

besonderer Berücksichtigung der Litoralsteppe.

Von

M. Rikli.

Hiezu Tafel I—XII.

Einleitung und Geschichte akademischer Studienreisen ins Mittelmeergebiet.

Unter dem Titel „Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera" habe ich im Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1907 einen zusammenfassenden Bericht über meine beiden in den Jahren 1905 und 1906 ausgeführten spanischen Reisen gegeben, wenigstens soweit dieselben das Gebiet von Südfrankreich und der spanischen Ostküstenregion bis Murcia und Guadix betrafen. Der Umfang des Neujahrblattes gestattete leider nur eine Schilderung von Land und Leuten, einschliesslich der Besprechung der Kulturgewächse und Kulturlandschaften. Vorliegende Arbeit erörtert nun, hauptsächlich an Hand von Exkursionsberichten, die botanischen Ergebnisse der beiden spanischen Reisen; das Naturland steht daher im Vordergrunde des Interesses, dem Kulturland ist nur noch ein kleiner zusammenfassender Abschnitt gewidmet. In den südlichen Teilen von Valencia und in Murcia, im östlichen Granada und Andalusien wird der Botaniker dem Studium der Litoralsteppe seine ganze Aufmerksamkeit zuwenden. Die an die Steppe sich knüpfenden allgemeinen Gesichtspunkte sind daher in drei besonderen Abschnitten: „Beiträge zur Kenntnis der Litoralsteppe" und „Die Urbarmachung des Naturlandes" behandelt. Der Schlussabschnitt über die Litoralsteppe gliedert endlich die Pflanzenwelt nach Verbreitungstypen, es sind Bausteine und Vorstudien zur Florengeschichte Süd-Ost-Spaniens.

Die auf den beiden Reisen gesammelten Pflanzen sind zum grössten Teil dem Herbarium generale des eidg. Polytechnikums in Zürich übergeben worden (über 600 Bogen), eine Auswahl besonders charakteristischer Typen habe ich meiner Vorlesungsdemonstrationssammlung

eingeordnet. Ferner hatte ich auch Gelegenheit, die von Herrn Prof. Dr. Woodhead (Huddenfield) und von Herrn Assistent G. Geilinger gesammelte Ausbeute durchzusehen und so meine Aufzeichnungen zu vervollständigen. Die Herren Prof. H. Wegelin in Frauenfeld und Dr. H. Brockmann in Zürich waren so freundlich, mir ihre, auf einer in der zweiten Hälfte April 1905, teils allein, teils unter Leitung des Laboratoire Arago in Banyuls-sur-Mer, in die gleichen Gebiete ausgeführten Studienreise gesammelten Pflanzen zur Revision und Bestimmung einzusenden und mir einige Notizen zu überlassen. Ausser den eigenen umfangreichen, stets an Ort und Stelle aufgenommenen Aufzeichnungen, standen mir endlich auch noch die Pflanzenlisten von Herrn Assistent G. Geilinger zur Verfügung.

Bei der Bearbeitung der auf den beiden Reisen gesammelten Pflanzen konnte ich ausser den unter der Literatur aufgeführten Florenwerken die Herbarien des bot. Museums der Universität und des eidg. Polytechnikums in Zürich benützen; den beiden Direktoren Prof. Dr. H. Schinz und Prof. Dr. C. Schröter bin ich daher sehr zu Dank verpflichtet. Ein kleiner Rest der botanischen Ausbeute wurde endlich mit Herrn Dr. W. Bernoulli in Basel an Hand von dessen reichhaltigem Herbarium festgestellt. Die nur spärlich vorgefundenen Pilze bestimmten die Herren Prof Dr. Ed. Fischer (Bern) und Dr. A. Volkart von der eidg. Samenkontrollstation (Zürich), letzterer auch noch einige Gräser; Dr. Th. Herzog (Zürich) verdanke ich die Bestimmung mehrerer Moose, Dr. J. Briquet, Direktor des botanischen Gartens der Console bei Genf, die Revision der Labiaten und die Bestimmung einiger weiterer Pflanzen, zu deren sicherer Diagnostizierung in Zürich das nötige Vergleichsmaterial fehlt; darunter fanden sich drei Novitäten. Prof. Dr. Flahault in Montpellier übernahm die Bestimmung dreier nur im vegetativen Zustand gesammelten Pflanzen der Strandfelsenflora von Banyuls. Möge es mir auch an dieser Stelle gestattet sein, für all' diese mir zu Teil gewordene sehr wertvolle Unterstützung, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Bereits im Vorwort zum Neujahrsblatt ist die so junge Geschichte der akademischen Studienreisen ins Mittelmeergebiet gestreift und der hohe bildende Wert dieser Unternehmungen hervorgehoben worden. Es dürfte sich aber hier empfehlen noch etwas eingehender auf diese Studienreisen einzugehen. Nachdem Prof. Flahault 1881 einem Ruf an die Universität Montpellier gefolgt war, unternahm er mit Studierenden seines Instituts bereits im Frühjahr 1882 die erste botanische Studienreise nach der Riviera; er wählte damals Antibes als Ausgangspunkt seiner Exkursionen. Schon ein Jahr

später leitete Flahault eine zehntägige Exkursion der französischen botanischen Gesellschaft nach denselben Gebieten, dieser Reise schloss sich jedoch auch wieder eine grössere Zahl von Studierenden der Universität Montpellier an. Von 1883/1886 wurden besonders die hohen Cevennen und das Kalkgebiet der Causses besucht und damit den Praktikanten eine vortreffliche Gelegenheit gegeben, den Wechsel der Pflanzenwelt und der Formationen von der Meeresküste mit ihrer mediterranen Flora bis zu den alpinen Charakter tragenden Hochflächen der Cevennen kennen zu lernen. Während dreier Sommer (1887/1889) verlegte der unermüdliche Gelehrte sein Laboratorium, je während zwei Monaten, nach le Croisic, nordwestlich von St. Nazaire, an die Südküste der Bretagne. Um dieselbe Zeit erweiterte er die grosse Schlussexkursion des Sommersemesters bis in die französischen und spanischen Pyrenäen. Seit 1894 legt Flahault einen noch grösseren Wert auf diese Exkursionen. Von jetzt an werden sogar alle Ferien dazu verwendet. Zur Osterzeit führt eine 17 Tage umfassende Studienreise bald in die Cevennen, bald ins Roussillon, wo das Laboratoire Arago in Banyuls als Zentrum dient, oder die wissbegierige Schar durchwandert die unteren Regionen der französischen und spanischen Pyrenäen. Um Pfingsten wird gewöhnlich eine zehntägige Exkursion ausgeführt und zwar in die Alpen der Provence (1895/1897), in die Montagnes des Maures (1898), in die Voralpen der Provence und auf den Mont Ventoux (1899/1901) oder endlich nach den spanischen Teilen der östlichen Pyrenäen (1903). Ja selbst die Weihnachtsferien sind gelegentlich zu botanischen Studien geopfert worden. Wiederholt wurden in dieser Zeit zehn Tage in Hyères und auf den Stöchaden (Iles de Hyères) zugebracht, eine seltene Gelegenheit, die Biologie der Überwinterung vieler Pflanzen kennen zu lernen. So ausgedehnt das Studienfeld von Flahault und seiner Schüler bereits vor 1900 war, so betraf dasselbe doch immerhin nur Gebiete, die von der Ausgangsstation in einer halbtägigen Reise erreichbar waren, einzig le Croisic in der Bretagne (1887/1889) macht in dieser Hinsicht eine Ausnahme, doch liegt diese Station ausserhalb des Mittelmeerbeckens, zudem handelt es sich in diesem Fall um einen längeren Aufenthalt behufs Studium der marinen Algenvegetation.

Prof. Dr. R. Chodat von Genf, der eigentliche Pionier der grossen akademischen Studienreisen ins Mittelmeergebiet, veranstaltete zuerst 1896 eine botanische Exkursion nach der Camargue und auf den Mont Ventoux. Im folgenden Jahre wurde die Maurienne, der Mont Cenis und Susa besucht. Von nun an werden mit kleinen Abänderungen alljährlich verschiedene Teile der französischen Riviera bereist. Das Studium der Garigues und der mediterranen Kulturpflanzen steht

an erster Stelle auf dem Arbeitsprogramm. Eine der schönsten und lehrreichsten Studienreisen ist die nach der Küstenregion des Departement du Var, östlich von Toulon: Halbinsel de Giens, Hyères, île de Porquerolles, Bai von Bormes, le Larandon, le Cavalaire, Cap nègre und gelegentlich die Montagnes des Maures. Diese wiederholt ausgeführte Reise beansprucht eine Woche und kommt von Genf aus auf nur 65 Franken zu stehen.

Die erste grössere akademische Mittelmeerreise fällt in die Monate März und April des Jahres *1899*. Während drei Wochen wird die Insel Korsika von der Küstenregion bis hoch ins Gebirge mit 14 Studenten durchwandert. Die Exkursion geht von Ajaccio über Cargese und Piana nach Evisa, über den Col de Vergio ins Niolo nach Albertacce und Corte, dann neuerdings über das Gebirge, auf den Col de Vizzavona und endlich nach Bastia, von wo aus die wunderbare Tour um das Cap Corse gemacht und endlich noch Belgodère und Calvi besucht werden. Mit acht Spezialschülern bereist Chodat 1903 während 22 Tagen Mallorca, die Hauptinsel der Balearen. Von Palma ausgehend wird grösstenteils zu Fuss die mallorquinische Sierra von Andraixt bis Cap Formentor durchwandert und die höchste Erhebung, der Puig Major (1445 m) bestiegen: auch der südliche, botanisch weniger interessante Teil der Insel wird besucht. Über diese Reise publizierte Chodat zwei Jahre später, unter dem Titel „Une excursion botanique à Majorque" einen sehr anziehenden und lehrreichen Bericht (14). Schon ein Jahr später folgt Flahault. Als Reiseziel seiner ersten grossen mit Studierenden unternommenen Mittelmeerreise wählt auch er Mallorca. Ebenfalls 1904 unternimmt Prof. Dr. M. Fünfstück von der technischen Hochschule in Stuttgart in den Pfingstferien (vom 21. bis 30. Mai) in Begleitung von 19 Studierenden seine erste akademische Studienreise ins Mittelmeergebiet, das Reiseziel war die Riviera von Genua bis Marseille. Eine bessere Zeit als Pfingsten kann man für eine derartige Exkursion nicht wohl wählen. Ostern ist zu früh, die Vegetation noch zu sehr zurück, dazu das Wetter unbeständiger und das Reisen in grösserer Gesellschaft infolge des Fremdenverkehrs schwierig und teuer. Um Pfingsten sind die Hotel schwach besetzt, sodass man überall billige Unterkunft findet und ein gern geschener Gast ist.

Im Frühjahr 1905 wurden zwei grössere akademische Studienreisen nach der spanischen Ostküstenregion und nach den Balearen ausgeführt. Chodat veranstaltete mit 15 Teilnehmern, unter denen sich auch der Schreiber dieser Zeilen befand, seine dritte dreiwöchentliche Mittelmeerreise. Das Studium der berühmten Huerta von Valencia und Murcia, sowie der Litoralsteppe Südostspaniens und der Dattelpalmen-

oasen von Elche, Orihuela und Cartagena war die Hauptaufgabe dieser sehr lehrreichen Reise. Fast gleichzeitig (vom 15. bis 30. April), wurde von G. Pruvot von der Sorbonne wiederum eine Studienreise nach Mallorca geleitet. Die Gesellschaft bestand aus etwa 80 Franzosen, Herren und Damen; in Barcelona schlossen sich noch 35 Spanier unter der Führung von Odon de Buen, Professor der Naturwissenschaften an der Universität an. Unter den Teilnehmern befanden sich auch zwei Schweizer Prof. H. Wegelin von Frauenfeld und Dr. H. Brockmann von Zürich; die botanische Führung übernahm Professor Flahault. Die eigentliche Reiseleitung lag dagegen in den Händen von Dr. Rakovitza, dem zweiten Direktor von Banyuls. In Palma veranstalteten die Herren eine ausserordentliche Versammlung der société zoologique de France. Es sprachen Prof. De Buen über: La région mediterranéenne des Baléares[1]), Dr. Rakovitza über die Höhlenfauna der Cueva del Drach bei Manacor und auf der Rückreise hielt Flahault auf dem Schiff einen zusammenfassenden Vortrag über die Flora von Mallorca.

Das Jahr 1906 verzeichnet sogar drei grössere akademische Studienreisen. Der Andrang zu denselben war so gross, dass nur ein Teil der Anmeldungen berücksichtigt werden konnte; zum erstenmal wird das Reiseziel bis nach Nord-Afrika ausgedehnt. Prof. Dr. M. Fünfstück verlässt am 12. März in Begleitung von 25 Studierenden Stuttgart. Über Marseille geht es nach Algier, das während fünf Tagen als Standquartier zu Exkursionen in die Umgebung dieser Stadt und bis in den Atlas dient. Auf der Rückreise wird noch ein Abstecher nach Nizza, Mentone und Mortola gemacht und am 26. März ist die ganze Reisegesellschaft bereits wieder in München. — Im April unternahm die französische botanische Gesellschaft unter Leitung der Professoren Battandier und Trabut, den beiden vorzüglichen Kennern der Flora Nord-Afrikas (1), eine Studienreise nach dem westlichen Algerien. Die 54 Teilnehmer, meistens Professoren, Assistenten, Präparatoren und Studierende verschiedener französischer Hochschulen, schifften sich am 7. April in Marseille ein, am 9. April wurde in Oran gelandet und zunächst mehrere Exkursionen in der Umgebung dieser Stadt ausgeführt; dann ging es mit der Bahn nach Süden, durch die Steppenlandschaften der Hochflächen der Schotts bis in das südliche Oranais und auf der strategischen Bahnlinie, längs der marokkanischen Grenze, bis nach dem unter dem 32.° n. Br. gelegenen Ben Zireg. Unter militärischer Bedeckung wurde sogar die marokkanische Oase Tiguig besucht. Am 22. April erfolgt die Landung

[1]) Odon de Buen. Excursiones por Mallorca. — Barcelona (1905) Pedro Toll. 37 S.

in Marseille. An dieser Reise beteiligten sich auch einige Schweizer: Prof. Dr. A. Heim und die Dr. Dr. P. Arbenz, H. Brockmann, A. Thellung. In der Zahl von 25 Teilnehmern verliess die dritte Reisegesellschaft, meistens Dozenten und Studierende des eidg. Polytechnikums in Zürich, am 16. März die Schweiz. Das Reiseziel war der nördliche Teil Mallorcas, die Litoralsteppen, die Palmenoasen Südostspaniens und die Hochsteppen der nördlichen Abdachung der Sierra Nevada. Die Rückreise erfolgte über Granada und Madrid-Barcelona.

Nach vierwöchentlicher Abwesenheit traf die Reisegesellschaft am Abend des 13. April wieder in Zürich ein.

Itinerarium.

Datum		1905	1906
März	16.	Genf — Lyon	Zürich — Baden
	17.	Lyon — Cette — Barcelona	Baden — Genf — Lyon — Montpellier
	18.	Tibidabo bei Barcelona	Cette — Barcelona
	19.	Tarragona	Tibidabo. Überfahrt nach Mallorca
	20.	Tarragona — Valencia (Grao)	Palma, Exkursion nach Genova
	21.	Valencia — Denia (Castellberg.)	Palma
	22.	Exkursion zum Cabo S. Antonio	Palma — Valldemosa — Miramar
	23.	Monte Mongo	Miramar — Soller
	24.	Denia	Puerta und Barranco v. Soller
	25.	Denia — Benisa	Soller — Santa Maria — Pollensa
	26.	Felsen von Ifach, Calpe, Altea	Atalaya de Albercuitx
	27.	Altea — Villajoyosa — Alicante	Pollensa — Palma
	28.	Elche	Fort Bellver bei Palma
	29.	Alicante — Cartagena	Palma — Ibiza (Pithyusen)
	30.	La Union bei Cartagena	Ibiza — Alicante — Besuch v. Elche
	31.	Mar Menor	Orihuela, Sierra, Felsensteppe, Huerta
April	1.	Cartagena — Monte Agudo (Murcia)	Orihuela (Halfasteppe) — Murcia
	2	Orihuela (Sierra)	Murcia — Baza
	3.	Orihuela (Steppe) — Alicante	Baza — Guadix — Granada
	4.	Alicante — Valencia	Granada
	5.	Valencia — Barcelona	"
	6.	Barcelona — Banyuls — Perpignan	Granada — Cordoba — Madrid
	7.	Perpignan — Lyon — Genf	Madrid
	8.		"
	9.		"
	10.		Madrid — Saragosa — Reus — Barcelona
	11.		Montserrat
	12.		Barcelona — Lyon
	13.		Lyon — Zürich

Balearen

Literatur.

I. Florenwerke.

1. Battandier et Trabut, Flore de l'Algérie. Vol. II (1888/1890).
2. Boissier Ed., Folra orientalis. Bd. I (1867) bis Bd. V (1884), Suppl. 1888.
3. Bonnier et de Layens, Flore de France. Tabellarische Flora mit 5291 kleineren Figuren im Text.
4. Fiori Adr. e Paoletti G., Flora analitica d'Italia, Padova 3 Bde. 1896/1905 e Iconographia,
5. Grenier et Godron, Flore de France. 3 Bde. (1848/1856).
6. Halacsy E., de Conspectus florae graecae, vol. I (1901) bis III (1904).
7. Lazaro et Ibiza, Botanica discriptive. 2 Bde. Lisboa 1896. Compendio della flora española, mit Abbildungen.
8. Loret et Barrandon, Flore de Montpellier. 2 Bde. (1876).
9. Marès P. et Vigineix G., Catalogue raisonné des plantes vasculaires des îles Baléares (1880).
10. Nyman C. Frid., Conspectus florae europaeae (1878/1882).
11. Rouy G., Flore de France, vol. I (1893) bis VIII (1903).
12. Willkomm M. et Lange J., Prodromus florae hispanicae, 3 vol. und Suppl. (1861/1880).

II. Reiseberichte. Botanische Monographien etc.

13. Boissier Ed., Voyage botanique dans le midi de l'Espagne, 2 vol., Paris 1839/1845.
14. Chodat R., Une excursion botanique à Majorque, Bulletin des travails de la société botanique de Genève, XI p. 19 bis 199 (1905).
15. Fischer Theobald, Die Dattelpalme. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 64 (1881).
16. Fischer Th., Der Ölbaum, seine geographische Verbreitung, seine wissenschaftliche und kulturhistorische Bedeutung, Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 174 (1904).
17. Hartwich C., Frühlingsferien in Spanien, ein paar Tagebuchblätter, Apotheker-Zeitung 1906.
18. Keller C., Eine Frühlingsfahrt nach den Balearen. N. Z. Z. 1906. 47 S.
19. Müller Eug., Über die Korkeiche, Abh. d. k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, Bd. II (1900) 239 ff. mit einer Karte und zwei Tafeln.
20. Oettli Max, Über den Wurzelort von Poterium ancistroides Desf. Bericht IX der zürch. bot. Gesellschaft (1903/1905).
21. Rein J., Geographische und naturwissenschaftliche Abhandlungen zur 400jährigen Feier der Entdeckung Amerikas. Leipzig, W. Engelmann (1892).
    Besonders beachtenswert sind folgende Kapitel:
    a) Kork und Korkeiche, p. 137 bis 157, *b*) Die Steineiche und die spanische Schweinezucht, p. 158 bis 168, *c*) Die Albufera von Valencia, das Mar Menor und die Sierra de Cartagena, p. 169 bis 181, *d*) Grundlagen und Eigenart der spanischen Landwirtschaft, p. 182 bis 219, *e*) Über den Reisbau und einige andere bemerkenswerte Kulturen der Provinz Valencia, p. 220 ff.
22. Rikli M., Botanische Reisestudien auf einer Frühlingsfahrt durch Korsika. Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. Jahrg. XLVII (1902). Heft 3/4.
23. Rikli M., Spanische Reiseerinnerungen. Feuilleton N. Z. Z., Oktober 1906.

24. Rikli M., Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera mit sechs Tafeln und einer Textillustration. Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1907, 109 Stück (1907).
25. Rikli M., Spanien, Vegetationsbilder, herausgegeben von G. Karsten und H. Schenk. Fünfte Reihe, Heft 6 (1907).
26. Rossmässler E. A., Reiseerinnerungen aus Spanien. Bd. I/II, Leipzig 1854.
27. Rouy M. G., Excursions botaniques à Jativa, à Valldigna, à la Sierra Mariola. Bulletin de la société botanique de France. XXVIII (1881) et XXIX (1882).
28. Rouy M. G., Excursions à Orihuela, Murcia, Hellin, Velez — Rubio, Madrid et Irun. Revue des sc. nat. vol. 1882 et 1883.
29. Rouy M. G., Excursions botaniques en Espagne — Denia, Bulletin de la société botanique de France. T. XXXI (1884) p. 33 bis 41 und 52 bis 56.
30. Thienen-Adlerflycht Karl, Freiherr von, In das Land voll Sonnenschein, Bilder aus Spanien. Berlin 1861.
31. Trabut L., Etude sur l'Halfa (Stipa tenacissima). Alger 1889.
32. Unter Palmen: Über Elche mit acht Abbildungen. — Die Welt. Bd. X. No. 26 vom 19. März 1905.
33. Willkomm M., Die Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel. Leipzig 1852.
34. Willkomm M., Spanien und die Balearen (mit botanischen Notizen im Anhang). Bibliothek für Wissenschaft und Literatur, Bd. II, Leipzig (1878).
35. Willkomm M., Die pyrenäische Halbinsel, 3 Bde., 1884 bis 1886.
36. Willkomm M., Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel. Bd. I von Engler und Drude: Vegetation der Erde (1896).

Zeichenerklärung.

Ein Dreieck (△) vor einem Pflanzennamen bezeichnet die Arten, welche durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitet sind: ein fetter Punkt (●) bezieht sich auf Pflanzen, welche im Mittelmeergebiet und in Mitteleuropa vorkommen. Ein fettes Dreieck (▲) kennzeichnet diejenigen Mittelmeerpflanzen, die bis in den äussersten Orient, Arabien, Mesopotamien, eventuell bis Persien und Vorderindien verbreitet sind.

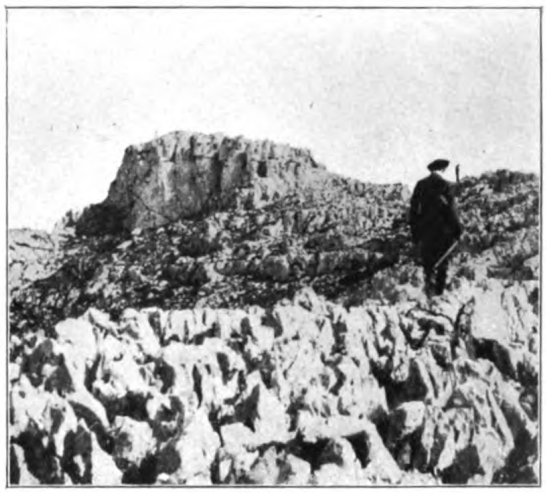
Ein Ausrufungszeichen (!) verweist auf die anthropochoren Elemente, jedoch wird dieses Zeichen nur innerhalb des fortlaufenden Textes, nicht aber bei Pflanzenlisten, in denen die Ruderalflora immer gesondert aufgeführt ist, verwendet.

(fol.) = nur im vegetativen Zustand, ohne Blüten und Frucht beobachtet oder gesammelt: (fr.) = in Frucht: (fl.) = blühend, im Text jedoch meist nicht besonders hervorgehoben, sodass eine Pflanze, die weder mit (fol.) noch mit (fr.) bezeichnet ist, von uns blühend beobachtet wurde. Die Bezeichnung (fl.) fr. bedeutet somit, dass die betreffende Pflanze am verblühen war und bereits schon mehr oder weniger entwickelte Früchte besass.

Die eingeklammerten Zahlen (1) bis (36) verweisen auf die Literatur.

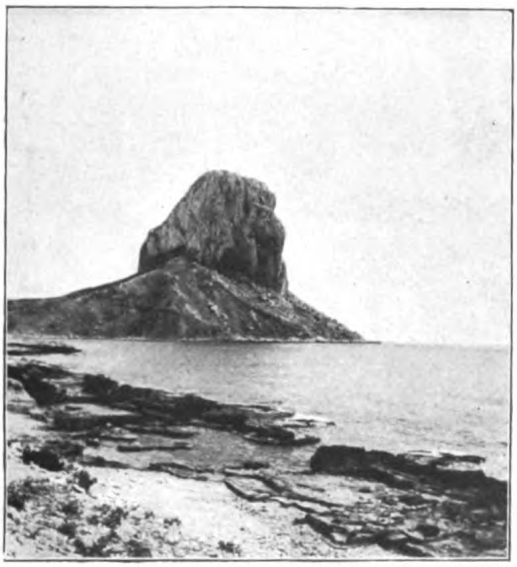
Phot: R. Chodat.

Fig. 2. Felsenheide bei Denia.
Windformen vom Johannisbrotbaum (pag. 39).



Phot.: R. Chodat.

Fig. 3. Verkarsteter Gipfel des Mte Mongo bei Denia (pag. 45).



Phot.: R. Chodat.

Fig. 4. Punta de Ifach bei Calpe.
Blick von Calpe gegen Südosten (pag. 57).

I. Das Naturland.

A. Spezieller Teil: — Exkursionsberichte.

1. Mont St. Clair von Cette.*)

17. III. 1905.

Der Mont St. Clair ist ein durch Dünen landfest gewordenes Felsenriff, welches sich unmittelbar südwestlich über Cette auf der Nehrung zwischen dem fischreichen Etang de Thau und dem Golf du Lion erhebt; er erreicht eine Meereshöhe von 180 m. An seinem Nordostabhang baut sich die Villenvorstadt von Cette amphitheatralisch auf. Die zahlreichen Landhäuser liegen mitten in üppigen Gärten, welche leider von hohen epheubekleideten Mauern umgeben und so zum grössten Teil den Blicken entzogen sind. Nur einzelne Gruppen von Steineichen (△ *Quercus ilex* L.) und Lorbeergebüsche, die dunkle, düstere Säule einer Cypresse (▲ *Cupressus sempervirens* L.), die schirmförmig ausgebreitete Krone einer Pinie (△ *Pinus pinea* L.) oder wieder ein kleines Wäldchen von Aleppoföhren (△ *P. halepensis* Mill.) mit ihrem aufgelösten, lockeren Nadelwerk ragen über das Gemäuer empor.

Ein gepflasterter Weg führt zu einem kleinen, den Gipfel des Hügels krönenden Wallfahrtskirchlein, in dessen Umgebung noch einige spärliche Reste der ursprünglichen Flora erhalten geblieben sind. Der Boden ist flachgründig und steinig, überall tritt der anstehende Fels zutage. Vor der immer mehr anstürmenden Kultur hat sich hier nur noch eine kümmerliche, sehr verarmte Garigue und eine kaum weniger dürftige Felsenheide zu behaupten vermocht.

Unter den Sträuchern überwiegt die Kermes-Eiche (△ *Quercus coccifera* L.), eine durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitete immergrüne Holzpflanze, die meistens sparrige nur wenige Fuss hohe Gestrüppe bildet, dagegen selten baumartig entwickelt ist. Öfters sind sogar die Zweige mit ihren kleinen, kahlen, dornig gezähnelten Blättchen mehr oder weniger dem Boden angepresst. Dazwischen erhebt sich bereits in voller Blüte der Schwarzdorn (*Prunus spinosa* L.) und das Harnkraut (△ *Osyris alba* L.) entwickelt schon seine langen, dünnen, rutenartigen Sprosse; dagegen sind von *Lavandula latifolia* Vill. und der Filzpflanze *Helichrysum stoechas* DC. erst die Blätter vorhanden. Zwischen den Steinen, aus allen Felsritzen, ganz besonders aber aus dem immergrünen Kleingebüsch sprosst die verzweigte Zwenke (△ *Brachypodium ramosum* [L.] Röm. et Schult.)

*) Literatur Nr. 8.

[fol.]) empor. In mehr oder weniger gedrängten Scharen entsendet die unterirdisch kriechende, stark verzweigte Grundachse dünne aber steifliche Äste mit dicht zweizeilig gestellten, derben und glauken Blättern. Zwei Schlinggewächse, die Stechwinde ♁ (*Smilax aspera* L. [fol.], mit ihren Nebenblattranken und die spitzblätterige Spargel ♁ (*Asparagus acutifolius* L. [fol.]), ein unbewehrter Spreitzklimmer mit kurzen, derben, fast stechenden, nadelartigen Phyllokladien durchsetzen das niedere Gebüsch. Dazu gesellen sich zahlreiche Kräuter, die jedoch meistens noch nicht in Blüte stehen, dagegen öfters Reste der vorjährigen Fruchtstände tragen. Es dominiert entschieden die Frühblütler-Familie der Cruciferen. Viele Vertreter dieser Familie sind sogar schon im jungen Fruchtzustand, so die einjährige ●*Hutchinsia petraea* (L.) R. Brown und eine der allgemein verbreitetsten und gemeinsten Mittelmeerpflanzen, ♁*Lobularia maritima* Desv., eine Pflanze von grosser Anspruchslosigkeit und Anpassungsfähigkeit, ursprünglich ein Bestandteil der Strandflora und der Felsenheide, wird sie jedoch häufig als apophytischer Ansiedler angetroffen; die Kreuzblütler sind ferner noch vertreten durch ●*Erophila verna* (L.) E. Mey!, *Capsella bursa pastoris* (L.) Mönch!, ●*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.! ●*Diplotaxis muralis* (L.) DC.! ●*Erucastrum obtusangulum* (Schleich.) Rchb.! ▲*Clipeola Jonthlaspi* L.!, dazu gesellen sich zwei Zwiebelpflanzen: ●▲*Muscari comosum* (L.) Mill. und ●▲*M. neglectum* Guss. und die Blattbüschel des Wurzelknollengewächses ♁*Arum italicum* Mill., dann die stattlichen Büsche der *Euphorbia characias*! L. und ruderal ●▲*E. peplis* L. und ●▲*E. helioscopia* L.! An Mauern wuchert, ähnlich wie bei uns das Cymbelkraut, die △*Veronica cymbalaria* Bod. mit ihren kleinen weisslichen Blüten und den ebenfalls negativ heliotropen Fruchtstielen, auch das Glaskraut ●▲*Parietaria officinalis* L. v. *ramiflora* Mönch! hält sich an das Gemäuer. Zwischen Steinen haben sich angesiedelt: *Plantago cynops* L.! und ●▲*P. coronopus* L.!, der schierlingsblätterige Reiherschnabel (●▲*Erodium cicutarium* (L.) L'Hérit!), die sukkulenten Blattrosetten einer Fetthenne (♁*Sedum altissimum* Poir. [fol.]) und die Filzpflanze ●▲*Marrubium vulgare* L.!, auch die Kompositen fehlen nicht, sie sind vertreten durch ♁*Inula viscosa* Ait.! und *Carlina corymbosa* L., beide tragen noch vorjährige Fruchtköpfchen, ferner ●▲*Senecio vulgaris* L.!, *Lagoseris nemausensis* K.! und die Mariendistel (●▲*Silybum Marianum* [L.] Gärtn.!) welche obwohl noch nicht blühend, leicht an den schön gezeichneten, weissgefleckten grundständigen Blattrosetten zu erkennen ist.

Diese Liste umfasst somit 34 Arten, davon sind 19 typisch mediterran, immerhin erreichen *Arum italicum* Mill. und ●*Hut-*

chinsia petraea (L.) R. Brown. auch noch die Südschweiz. Von diesen mediterranen Pflanzen sind 14 Species (73,5%) durch das ganze Mittelmeerbecken verbreitet, ja mehrere derselben besitzen sogar noch ein grösseres Verbreitungsareal, indem sie zum Teil längs der Küste Westeuropas bis nach England ausstrahlen, *(Hutchinsia, Plantago coronopus* L.*)* oder westlich die kanarischen Inseln erreichen (△*Asparagus acutifolius* L., △*Lobularia maritima* Desv., *Plantago coronopus* L.*)*; elf Arten (▲) dringen bis weit in den Orient vor. *Helichrysum stoechas* DC. und *Lavandula latifolia* Vill. sind dagegen westlich mediterrane Arten, deren Ostgrenze in Dalmatien erreicht wird, letztere Pflanze fehlt auch in Nord-Afrika. Schon in Italien erreichen dagegen ihre Ostgrenze: *Euphorbia characias* L. aus dem Verwandtschaftskreis unsere *E. amygdaloides* L., diese im Süden ersetzend und *Plantago cynops* L; beide fehlen ebenfalls in Nord-Afrika, finden sich dagegen merkwürdigerweise wieder in einem weit vorgeschoben östlichen Vorposten, auf der Insel Kreta. Einzig *Lagoseris nemausensis* K. (= Pterotheca nem. Cass.) besitzt ein engbegrenztes Verbreitungsgebiet, dessen Zentrum in Südfrankreich zu suchen ist, von hier strahlt die Pflanze einerseits nach Catalonien, anderseits bis nach Ligurien und Korsika aus. — Ruderal, auf dem Pflasterweg oder auf Schuttstellen, an Mauern etc., treten nicht weniger als 18 Arten auf.

Als Gesamtcharakter dieser Florula ergibt sich somit: es ist eine ausgesprochene Mischflora; mitteleuropäische und mediterrane Elemente sind nahezu gleich stark vertreten. Der mediterrane Florenbestandteil umfasst zudem hauptsächlich nur allgemein verbreitete Mittelmeerpflanzen, der spezifische Charakter der Florula wird durch die vier westlich mediterranen Arten und *Lagoseris nemausensis* K. bestimmt. Besonders bezeichnend ist endlich die ungewöhnlich grosse Zahl von Ruderalpflanzen, sie umfasst mehr als die Hälfte der aufgenommenen Pflanzenliste (53%), den Hauptkontingent stellen die mitteleuropäischen Arten. Dieses Hineinfluten von Anthropochoren in die ursprünglichen Formationen der Felsenheide und Garigue ist ein ganz rezenter Vorgang, eine Folge der Ausbreitung der Stadt und des Kulturlandes in deren Umgebung. Dieser Vorgang hat nicht nur eine Verarmung der ursprünglichen Flora zur Folge; an Stelle mediterraner Arten stellen sich nordische Elemente *(Senecio vulgaris, Erophila, Capsella, Euphorbia helioscopia etc.)* ein und anpassungsfähige Pflanzen von grossem Verbreitungsareal gewinnen mehr und mehr die Oberhand. So verändert sich das gesamte pflanzengeographische Fazit. Die Flora wird trivialer und erhält ein mehr nordisches Gepräge.

2. Banyuls-sur-Mer.

6. IV. 1905.

Banyuls-sur-Mer liegt am Ostende der Pyrenäen, in nächster Nähe der spanischen Grenze. Am Hafen befindet sich, als Zweiganstalt der Sorbonne, eine maritime Versuchsstation, deren Besichtigung in erster Linie unser Aufenthalt galt. Die zur Verfügung stehende Zeit erlaubte jedoch noch einige kleinere Exkursionen in die nächste Umgebung, die nach drei Richtungen von Interesse waren.

a) Vor den Verheerungen durch die Phylloxera war der Weinbau die Haupterwerbsquelle von Banyuls, auch neuerdings wird die Rebe wieder in grösserem Masstab angepflanzt; doch sieht man überall an den Gehängen der Hügel viele ehemalige Rebterrassen noch völlig brach liegen. Aus den benachbarten Felsenheiden und Garigues wanderten nun Elemente der einheimischen Flora aus und besiedelten den frei gewordenen Boden. ≙*Lavandula stoechas* (L.) Cav., eine ein bis anderthalb Fuss hohe graufilzige Staude hat oft in beinahe reinen Beständen vom Boden Besitz genommen und befindet sich nun vielfach im Alleinbesitz der ursprünglich für den Weinbau errichteten Terrassen. Grosse Teile des ehemaligen Reblandes sind von der Lavendel so dicht bedeckt, dass man beinahe an Reinkulturen erinnert wird. Einzig ▲*Lepidium Draba* L. gesellt sich stellenweise noch in grösserer Menge bei. Diese gewaltige Invasion der ≙*Lavandula stoechas* (L.) Cav. nach den verlassenen Rebterrassen ist geradezu ein klassisches Beispiel für eine Apophyte; d. h. für eine Pflanze, welche ursprünglich einen autochthonen Florenbestandteil natürlicher Formationen bildete und nun auf Kulturland übergegangen ist. Die Lavendel ist hier somit zur Anthropochore[1]) geworden.

Diese Pflanze verdient aber noch in anderer Hinsicht Beachtung. Sie verbreitet einen angenehmen süsslich-aromatischen Geruch und die unscheinbaren Blütenähren werden von einem Schopf stark vergrösserter, intensiv gefärbter Deckblätter überragt. Dieser auffällige Schauapparat dient zur Anlockung von Bienen, denn die Lavendel ist eine vorzügliche Bienenblume. Dass unter den Exportartikeln von Banyuls in zweiter Linie der Honig steht, verdankt der Ort wohl hauptsächlich dem massenhaften Auftreten der ≙*Lavandula stoechas* (L.) Cav.

b) Die umgebenden Hügel sind teilweise noch mit lichten immergrünen Eichengehölzen bedeckt. Neben der Steineiche tritt zum

[1]) Siehe Rikli M., Die Anthropochoren und der Formenkreis des Nasturtium palustre DC. Bericht VIII der zürcher. botanischen Gesellschaft 1901/1903, p. 71 bis 82.
Woodhead T. W., Classification of alien plants according to origin. The naturalist, April 1906.

erstenmal die Korkeiche *(Quercus suber* L.*)* auf. Die beiden Eichen bilden bald reine Bestände, bald treten sie zu Mischwäldern vereinigt auf, gelegentlich mengt sich denselben auch die Aleppokiefer bei. Diese Korkeichenwaldungen der Landschaft Roussillon umfassen 1928 ha., d. h. ca. 13 % der Korkwälder Frankreichs. Gegenüber der Provence mit 113,600 ha., der Gascogne mit 24,100 ha. und Korsika mit ca. 9000 ha. Korkeichenwälder kommt somit das Dép. des Pyrenées orientales in vierter und letzter Linie; dagegen soll nach dem Annuaire statistique de la France (1880) dieses Gebiet den besten französischen Kork liefern (19).

Im Unterholz dieser Wälder breitet sich die Garigueformation aus. Der △Rosmarin steht schon in Blüte, dort prangt das intensive Gelb des Stechginsters *(Ulex australis* Clem.*)*, hier das leuchtende Orange der westmediterranen *Genista candicans* L.; beide sind bereits in voller Anthese und in so verschwenderischer Weise mit Blüten überdeckt, dass das Laubwerk fast ganz verschwindet. Dr. H. Brockmann sammelte, ebenfalls im April 1905, auch noch ▲*Cistus salvifolius* L. und die zierliche △*Linaria Pelliseriana* Mill.; in Weinbergen ▲●*Linaria arvensis* Desf. und an frischen Orten die △*Aristolochia rotunda* L. Auch △*Lavandula stoechas* (L.) Cav. fehlt nicht. Von diesen Begleitpflanzen der Korkeichenwaldungen beansprucht einzig der kleinblütige Stechginster besonderes Interesse. Die Gattung *Ulex* hat ihr Bildungs- und Massenzentrum auf der iberischen Halbinsel. Von ca. 24 Arten sind 15 in Portugal und Spanien endemisch und nur vier Arten überschreiten im Norden die Pyrenäen. Von diesen dringt unsere Art am wenigsten weit vor, sie hält sich streng an den Küstensaum Südfrankreichs, ihre Ostgrenze wird schon auf der Insel St. Marguerite bei Cannes erreicht. Ulex australis Clem. ist hauptsächlich ost- und südspanisch, wo sie überall massenhaft auftritt. Wir haben sie auf unserer Reise durch die spanische Riviera in allen Garigues und in den meisten Macchien angetroffen und selbst auf der Felsenheide fehlt sie vielerorts nicht. Im Süden geht diese Art bis hoch ins Gebirge. Auf unserer Fahrt von Baza nach Guadix trafen wir *Ulex australis* Clem. noch auf den der Sierra Nevada vorgelagerten Hochsteppen bei 1220 m. Nach Boissier und Willkomm soll dieser Stechginster in der Sierra Nevada sogar bis gegen 1800 m ansteigen.

c) Ein überaus heftiger Mistral, gegen den nur mit Anstrengung aller Kräfte anzukämpfen war, hält uns jedoch nicht ab, die Strandfelsen abzusuchen. Die Flora der Aussenküste war zwar noch sehr zurück, aber die alte Erfahrung, dass die Strandfelsenflora reich an biologisch und pflanzengeographisch interessanten Arten ist, hat

diese kleine Exkursion neuerdings bestätigt. Die Florula besteht fast nur aus drei Arten, welche jedoch in grosser Menge spalierartig den Boden überziehen oder selbst grössere kompakte Polster bilden. Alle drei Arten besitzen grasartige, derbe Blätter und gestaute verholzte Grundachsen oder längere holzige Kriechtriebe. Diese drei Arten sind: ▲*Camphorosma monspeliaca* L. (fol.), in einer sehr xerophytischen, auffallend stark wollig-filzigen Ausbildung. Prof. Flahault hatte die Güte uns mitzuteilen, dass die gesammelten Belegexemplare noch der Winterform der Pflanze entsprechen. Diese eigentümliche Chenopodiacee ist reich verzweigt, die zahlreichen holzigen Seitentriebe sind spalierartig über den Boden ausgebreitet. Die schmallinealen, nadelartigen, ca. 5 mm langen, graugrünen, etwas fleischig und wolligzottigen Blättchen stehen dicht gedrängt, zu kleinen kugeligen Knöspchen und Rosetten vereinigt, welche sich gelegentlich vom Mutterstock loslösen und selbständig bewurzeln. Das Kampferkraut hat eine zirkummediterran-orientalische Verbreitung; die sechs übrigen Arten der Gattung sind alles Steppen- und Strandpflanzen Vorderasiens, welche bereits in Griechenland ihre Westgrenze erreichen. *Plantago subulata* L. hat schon junge Blütentriebe entwickelt, sie gehört zum Verwandtschaftskreis der *P. serpentina* Vill. und besitzt ein sehr zerrissenes Verbreitungsareal. Innerhalb desselben zeigt sie Neigung, lokale Rassen von mehr oder weniger abweichendem Aussehen zu bilden. Die als Typus betrachtete Pflanze findet sich einerseits in den Küstengebieten der östlichen Pyrenäen, zwei isolierte Fundorte sind noch in Catalonien (Montjuich bei Barcelona) und im südöstlichen Zipfel Neu-Castiliens (Sierra de Alcaraz, im Quellgebiet des Quadalquivir) bekannt; anderseits ist sie auch in Süd-Italien, Sizilien und Sardinien verbreitet. Ein *var. granatensis* Willk. gehört der Sierra Nevada und der Sierra d'Estrella an und die *var. insularis* G. G. der Berge Korsikas soll auch in den Gebirgen Griechenlands wiederkehren. Die letzte Art *Plantago recurvata* L. (fol.) = *P. carinata* Schrad. endlich ist ein verbreiteter Bestandteil der Strandfelsenflora der nördlicheren Teile des Mittelmeergebietes, sie geht bis ca. 1500 m in die Bergregion, fehlt aber Nord-Afrika.

3. Zur Flora des nördlichen Cataloniens.

(Port-Bou — Barcelona)

17. III. 1905; 18. III. 1906.

Ohne die menschliche Kulturarbeit wäre das nördliche Catalonien ein ausgedehntes Waldland. Selbst heute sind noch grosse Teile dieser Provinz mit Wald bedeckt und zwar hauptsächlich

mit lichten Mischwäldern, in denen verschiedene Eichen und Kieferarten vorherrschen. Die fünf Hauptvertreter dieser Waldungen sind: Die Korkeiche, (*Quercus suber* L.), die Steineiche (△*Quercus ilex* L.), die Flaumeiche (●*Quercus lanuginosa* Lam.), die einen wesentlichen Gemengteil fast aller Waldungen Kataloniens bildet und endlich zwei Nadelhölzer: die Aleppokiefer (△*Pinus halepensis* Mill.) und die Pinie (△*Pinus pinea* L.), welche oft als Einzelbaum, nicht selten auch horstweise, jedoch nur ausnahmsweise in grösseren Beständen auftritt. Diese „Naturwälder" bekleiden die oberen Teile fast aller Berge und Hügel des nördlichen Cataloniens. In den feuchteren Niederungen längs der Küste und zu beiden Seiten der Flusstäler erstreckt sich das Kulturland; doch fehlt selbst hier der Wald nicht ganz. Von den Olivenhainen, die aus einiger Entfernung einen völlig waldartigen Eindruck erwecken, abgesehen, erheben sich hier zahlreiche, grössere und kleinere Pappelwäldchen (▲*Populus alba* L.). Es sind das jedoch keine „Naturwälder" mehr, denn dieselben werden in regelmässiger Betriebsweise abgeholzt und wiederum aufgeforstet. Die Pappeln stocken besonders auf Schwemmlandsboden, sie werden in langen Reihen angepflanzt; ihr Holz findet in der Tischlerei mannigfache Verwendung. Im ersten Frühling, wenn die Weisspappeln noch nicht belaubt sind, ist der Blick von einem der höheren Berge Cataloniens, etwa vom Montseni oder vom Montserrat sehr eigenartig. Die vielen dunklen Flecke, welche über das noch kahle oder durch hellgrüne Töne gekennzeichnete Kulturland zerstreut sind, nehmen sich von unserer hohen Warte wie ein Panterfell aus.

In allen „Naturwäldern" Cataloniens wird das Unterholz von sehr artenreichen Macchien, in Spanien monte bajo genannt, gebildet; dieselben erreichen jedoch nie die Üppigkeit der korsischen Macchien, wie ich sie auf meiner Reise im Frühjahr 1900 kennen gelernt habe (22). Diese Mischmacchien stehen in der zweiten Hälfte März schon in schönster Blüte, um diese Zeit überwiegen die Gelbblütler, sowohl nach der Art-, als auch nach Individuenzahl. Reine Macchien als selbständige Formation haben wir in Catalonien nur am Montserrat angetroffen. Im Bergland, nördlich von der Mündung des Ebro, scheint der monte bajo fast nur als Unterholz der Wälder aufzutreten. Die Hauptmasse dieser Macchien bilden immergrüne, mediterrane Arten. Hieher gehören: Die Baumheide (△*Erica arborea* L.) fl. III/IV, rötlich-weiss; die Besenheide (*Erica scoparia* L.) fl. XII—VI, gelblich-grün; der Mucchio fol., (△*Cistus monspeliensis* L.) fl. IV/V, weiss; der Erdbeerbaum, fol. (△*Arbutus unedo* L.) fl. X—II, weiss; der Rosmarin (△*Rosmarinus officinalis* L.) fl. III/V, blau; der vorwiegend westmediterrane lorbeerartige Schneeball (*Viburnum tinus* L.)

fl. III—VI, weiss; die schmalblätterige Steinlinde, fol. (°*Phillyrea angustifolia* L.) fl. IV/V, gelblich grün; seltener sind die Myrte, fol. (▲*Myrtus communis* L.) fl. VI—X, weiss und der Granatapfelbaum, fol. (▲*Punica granatum* L.) fl. V/VI, rot. Dazu gesellt sich nun eine ganze Reihe von Pflanzen, von ebenfalls hauptsächlich mediterraner Verbreitung, aber mit sommergrüner Belaubung. Es sind fast alles gelbblütige Papilionaceen: der Besenstrauch, fol. (•*Sarothamnus scoparius* (L.), Wimmer.) fl. V/VI; der stachelige Ginster (*Genista scorpius* DC.) fl. II—VI; diese beiden Pflanzen sind besonders häufig, dann: der Dornginster (*Calycotome spinosa* Link.) fl. III—VIII und der kleinblütige Stechginster (*Ulex australis* Clem.) fl. III—VI.

Eine ganz besonders auffallende Erscheinung ist nun aber, dass diesen Macchien eine stattliche Zahl sommergrüner Arten Mitteleuropas beigemengt sind. Nach der Zahl der Arten erreicht die Liste derselben beinahe die Zahl der immergrünen, mediterranen Bestandteile des Unterholzes, an Individuenzahl treten sie jedoch meistens stark zurück. Nur der sparrige Schwarzdorn (▲•*Prunus spinosa* L.) fl. III, der bereits Mitte März über und über mit seinen weissen Blüten bedeckt ist und sich aus der dunklen Umgebung der immergrünen Hartlaubgehölze besonders wirkungsvoll abhebt und Gebüsche der Flaumeiche (•*Quercus lanuginosa* Lam.) sind in so grosser Menge vorhanden, dass sie wenigstens stellenweise geradezu zu physiognomischer Bedeutung gelangen. Eine untergeordnetere Rolle spielen dagegen die Besenheide (*Calluna vulgaris* Salisb.), die Stechpalme (▲•*Ilex aquifolium* L.), der Flieder (▲•*Ligustrum vulgare* L.), der Hornstrauch (*Cornus sanguinea* L.) und der Weissdorn (•*Crataegus monogyna* Jacq.).

Ja selbst den Wäldern mischen sich, besonders in der Küstenregion, sommergrüne Elemente bei: *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus campestris* L., •*Sorbus domestica* L., •*Populus canescens* Sm. und selbst *Fagus silvatica* L. fehlt nicht; in einiger Entfernung von der Küste dringt die Buche sogar bis zum Becken von Teruel (40° 10, n. Br.) nach Süden vor. Die Mengung immergrüner mediterraner und sommergrüner mitteleuropäischer Arten ist somit für die Waldungen der Provinz Gerona geradezu bezeichnend. Schon in der Umgebung von Barcelona treten, wie wir bald sehen werden, die mitteleuropäischen Elemente stark zurück. Übergänge vom sommergrünen zum immergrünen Typus sind übrigens nicht gerade selten. •▲*Ligustrum vulgare* L. überwintert selbst bei uns öfters mit grünen Blättern, die erst mit der Entfaltung der neuen Blattgeneration im nächsten Frühjahr abgeworfen werden. In Villa-

Phot.: P. Bohny.

Fig. 5. Elche: Teil der Stadt mit dem Palmenwald.

Im Hintergrund Steppenlandschaft und einige weitere, kleinere Palmenoasen. Blick vom Turm der Stadtkirche nach Osten (pag. 64 und 131).

joyosa sahen wir an einer Weisspappel (Populus alba L.) einen Zweig, der neben den jungen zarten diesjährigen, noch einige derbe vorjährige Blätter trug.

Die befriedigenden Bewaldungsverhältnisse und das zahlreiche Auftreten sommergrüner Bäume und Sträucher verdankt Nord-Catalonien seinen verhältnismässig reichlichen Niederschlägen. Die mittlere jährliche Regenmenge schwankt zwischen 60 und 90 cm, schon in Barcelona beträgt dieselbe nur noch 57 cm. Diese ausreichenden Niederschläge machen auch Bewässerungsanlagen, wie sie für die Provinzen Valencia, Alicante und Murcia so bezeichnend sind, überflüssig oder doch nur stellenweise notwendig. Auch das Vorkommen der Macchien selbst bringt den relativen Regenreichtum zum Ausdruck; im Süden fehlen an der Ostküste bis nach Andalusien typische Buschwälder fast ganz. Einzig der Südabfall der Sierra Nevada und das südliche Portugal besitzen wieder ähnliche Niederschlagsverhältnisse wie das nördliche catalonische Bergland, sie haben dementsprechend auch einen ähnlichen Vegetationscharakter. In diesen beiden Gebieten finden sich denn auch die übrigen Korkeichendistrikte der iberischen Halbinsel, nämlich um Malaga, Cadix, Sevilla, Huelva und besonders in der Sierra Aracena, im westlichen Teil der Sierra Morena.

Mit Ausnahme der nordatlantischen Klimaprovinz (nördliche Abdachung des cantabrischen Gebirges, Galizien, Nord- und Mittelportugal; mittlere jährliche Regenmenge 90 bis 160 cm) leidet dagegen der grösste Teil der iberischen Halbinsel an grosser Trockenheit (mittlere jährliche Regenmenge nur 25 bis 50 cm). Diese ungenügenden Niederschläge verhindern das Aufkommen des Waldes, das Land nimmt daher mehr und mehr Steppencharakter an.

Bei der Zusammensetzung der Pflanzenwelt des nördlichen Cataloniens sind folgende Florenelemente beteiligt: es überwiegen die allgemein verbreiteten mediterranen Arten, denen jedoch noch zahlreiche mitteleuropäische Pflanzen beigemengt sind; spärlich vertreten sind die westlich-mediterranen Elemente. Pyrenäenpflanzen finden sich besonders auf den höheren Bergen in grösserer Menge, doch nimmt ihre Zahl nach Süden rasch ab. Ganz besonders tritt jedoch gegenüber den südlichen Provinzen der endemische und nordafrikanische Florenbestandteil sehr stark zurück.

4. Exkursion auf den Tibidabo bei Barcelona.

18. III. 1905 und 19. III. 1906.

Nordwestlich von Barcelona erhebt sich der Tibidabo, ein Vorberg des catalonischen Berglandes zu einer Meereshöhe von 532 m. Der Tibidabo ist ein sehr beliebter, vielbesuchter Ausflugsort der Barce-

lonesen und für uns in doppelter Hinsicht lohnend, weil diese halbtägige Exkursion uns einen Einblick in den Florencharakter der Umgebung von Barcelona gestattete und weil dessen Gipfel eine weite Aussicht auf das Fruchtbecken des Llobregat, auf die Grossstadt und deren Hafen, sowie auf das sich im Westen und Norden ausdehnende Gebirgsland eröffnet. Bis an den fernen Horizont reiht sich in dieser Richtung Gebirgswelle an Gebirgswelle, alles ausgeglichene, abgerundete Formen, dem Typus einer alten Gebirgslandschaft entsprechend. Doch dort erhebt sich der Montserrat als ein ganz fremdes Element im Landschaftsbild, einem aus dem monotonen Gebirgsmeer emporragenden, wildzerrissenen, zackigen Kalkriffe vergleichbar, das alles weit überragt und das unwillkürlich zum Fixpunkt wird, auf dem der Blick haften bleibt. Diesem berühmten Klosterberg, diesem Zentralpunkte des catalonischen Berglandes wird unsere nächste Tagesexkursion gelten.

Die Vorstadt Gracia von Barcelona dehnt sich bereits bis an den Fuss des Tibidabo aus, an den unteren Gehängen des Berges macht sich schon eine lebhafte Bautätigkeit bemerkbar; eine ganze Villenstadt San Gervasio ist in Entstehung begriffen. Zwischen den bebauten Grundstücken liefern zahlreiche Brachäcker und Ruderalplätze eine ansehnliche Ausbeute. Einst scheint hier am Fuss des Berges der Johannisbrotbaum (*Ceratonia siliqua* L.) ziemlich viel angepflanzt gewesen zu sein. Zwischen dem Bauland sind überall noch einzelne, meist jedoch elend zerzauste, über und über mit Strassenstaub bedeckte Exemplare dieses Baumes zu sehen. So hat die Flora des Tibidabo, ähnlich derjenigen des Mont St. Clair bei Cette, schon viel von ihrer Ursprünglichkeit eingebüsst.

Unter diesen Umständen hat sich, besonders im unteren Teil des Berges, eine an Arten reiche Ruderal- und Ackerflora ansiedeln können. Nach unseren Aufzeichnungen umfasst diese Florula 36 Arten. Versuchen wir dieselbe nach der Herkunft ihrer einzelnen Bestandteile zu zergliedern.

a) Auch in Mitteleuropa allgemein verbreitete Ruderalpflanzen (10): •*Alyssum calycinum* L., *Capsella bursa pastoris* (L.) Mönch meist in einer auffallend kleinen, nur 4 bis 8 cm grossen, sehr starkhaarigen (Stern- und Borstenhaare!) teilweise schon fruchtenden Zwergform (f. *pygmaea* Rikli), •▲*Stellaria media* (L.) Cirillo, •▲*Reseda lutea* L., •▲*Geranium molle* L. und *G. Robertianum* L., •*Euphorbia peplus* L., •▲*Sherardia arvensis* L., •▲*Anagallis arvensis* L., *ssp. coerulea* Schreb. und •▲*Muscari racemosum* L.

b) Arten, die bei uns nur stellenweise, besonders in der West- und Südschweiz verbreitet sind; es handelt sich hauptsächlich um

einen neueren, in der Schweiz noch nicht völlig eingebürgerten Florenbestandteil (8): •*Erucastrum obtusangulum* (Schleich.) Rchb., •*Fumaria capreolata* L., ◦*Reseda phyteuma* L., •▲*Erodium moschatum* (L.) L'Hérit., •*Mercurialis annua* L., •▲*Parietaria officinalis* L. *var. ramiflora* Mönch = *P. diffusa* M. et V., •▲*Antirrhinum orontium* L. und die bei uns nur im Wallis vorkommende Distel, •▲*Silybum Marianum* (L.) Gärtn.

c) In der Schweiz nur als Ephemerophyten auftretend (2): △*Salvia verbenaca* L., und ▲*Calendula arvensis* L.

d) Spezifisch mediterrane Arten (15). *α)* die meisten sind durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitet oder gehen selbst über dasselbe hinaus, bis nach Madeira und den Canaren (12): △*Lobularia maritima* Desv., ▲*Diplotaxis erucoïdes* (L.) DC., ▲•*Reseda alba* L., △*Lathyrus Clymenum* L., und *L. articulatus* L., ▲*Plantago lagopus* L., ◦*Paronychia argentea* Lam., ◦*Convolvulus althaeoides* (L.) Sm., ◦*Veronica cymbalaria* Bod., △*Linaria supina* (L.) Desf., △*Galactites tomentosa* Mönch, fol. und △*Asphodelus fistulosus* L.; dieser Asphodill ist eigentlich eine Pflanze der Felsenheide, geht aber sehr gerne auf Ruderalstellen über und ist bereits Mitte März am verblühen und absterben. — *β)* Nur drei Euphorbien zeigen ein etwas ausgeprägteres, pflanzengeographisches Verbreitungsgebiet: *E. biumbellata* Poir. ist eine westlich-mediterrane Pflanze und findet sich nur in Südfrankreich, Catalonien (selten), auf den Balearen und auf Korsika, sowie auch noch in Algerien, *E. serrata* L. ist ebenfalls westmediterran, erreicht jedoch noch Neapel und Sardinien, und *E. characias* L. (siehe p. 11).

e) Dazu gesellen sich endlich noch zwei exotische Neophyten: die Agave (*Agave americana* L.) hat sich auf der Ost- und Südseite des Tibidabo in einzelnen Exemplaren, die zum Teil noch die abgestorbenen, vorjährigen 5—6 m hohen Fruchtstände tragen, angesiedelt. Häufiger wird jedoch die Agave, da sie durch ihre gewaltigen, sukkulenten und bestachelten Blätter einen wirksamen Schutz des Kulturlandes abgibt, längs den Feld- und Hohlwegen *(caminos)* angepflanzt. Auch ein anderer Fremdling, eine Pflanze Südafrikas, wird unwillkürlich die Aufmerksamkeit des Wanderers erregen; es ist das *Mesembryanthemum acinaciforme* L., das bereits in voller Blüte steht. Der Abhang bei der unteren Station der Tibidabobahn ist damit ganz bedeckt und leuchtet in seinem dunkelroten Schmuck. Dieses Mesembryanthemum ist zwar hier angepflanzt, verwildert jedoch leicht und dringt öfters mit Erfolg zwischen die Bestandteile der einheimischen Pflanzenwelt ein. In einem Bauerngarten bemerkten wir auch eine kleine Safrankultur.

Die folgende Zusammenstellung bringt einen Vergleich zwischen der Anthropochorenflora des Mt St-Clair bei Cette und derjenigen des Tibidabo bei Barcelona.

	Gesammtzahl der Anthropochoren	In Mitteleuropa heimisch und eingebürgert	%	Mediterrane Arten od. im Mittelmeer eingebürgert	%
Mt. St. Clair b. Cette	18	12 spec.	66 2/3 %	6	33 1/3 %
Tibidabo bei Barcelona	37	18 spec.	49 %	19	51 %

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass nun auch in der Ruderalflora das mediterrane Florenelement das Übergewicht erhalten hat, immerhin ist der Unterschied noch sehr gering.*)

Der oberste Teil des Tibidabo ist mit lichten Pinien- und Aleppoföhrengehölzen bestockt, einzelne der umgebenden Hügel sind sogar noch fast ganz mit Nadelwald bedeckt; z. T. ist es nahezu reiner Pinienwald, demselben ist jedoch stellenweise reichlich △*P. halepensis* Mill. beigemengt; andere Partien tragen dagegen fast reine Aleppoföhrenbestände. Im Unterholz all dieser Waldungen treten wiederum Macchien oder, wo der Boden zu steinig und trocken wird, was besonders auf der Seite von Barcelona der Fall ist, stellen sich neuerdings Garigues ein, die bei sehr dürftiger Ausbildung stellenweise Uebergänge nach der Felsenheide zeigen.

Macchien. Die Macchie ist am reichlichsten und üppigsten auf den etwas feuchteren und weniger stark der Insolation ausgesetzten Nordwestseiten der Berge entwickelt. In der Umgebung der dunklen, immergrünen Buschwälder nehmen sich die kleinen, jetzt noch unbelaubten, aber ihrer Rinde wegen weisslichen Pappelwäldchen ▲(*Populus alba* L.), welche sich längs den feuchten, im Norden gelegenen Talfurchen hinziehen oder inselartig in den muldenförmigen Vertiefungen angepflanzt sind, besonders eigentümlich aus. Diese Macchien zeigen folgende Zusammensetzung:

- *Erica arborea* L. (fl.)
- *Arbutus unedo* L. (fol.)
- *Cistus monspeliensis* L., dominiert auf der Nordseite (fol.)
- ▲ *C. salvifolius* L. stellenweise vorherrschend.
- *Rhamnus alaternus* L., spärlich.
- *Rosmarinus officinalis* L. (fl.)
- *Lavandula stoechas* (L.) Cav., an lichten Stellen; gelegentlich aus den Garigues in die Macchien eingewandert.

*) Auf der Plattform des Turmes der Kathedrale von Barcelona fand sich zwischen den Steinen reichlich: ●▲ *Solanum nigrum* L. *v. rubrum* Mill.

- *C. albidus* L. Diese weissfilzige Pflanze entwickelt bereits einzelne ihrer grossen rosaroten, rasch vergänglichen Blüten.
- *Pistacia lentiscus* L.;
- *Quercus coccifera* L. reichlich;
- *Calycotome spinosa* Lk., spärlich
- *Spartium junceum* L. bildet auch ausserhalb der Macchien, am Rand von Torrenten, für sich Gebüsche (fl.);
- *Ulex australis* Clem., stellenweise sehr reichlich und in voller Blüte;

und als häufige Begleitpflanze *Rubia peregrina* L., eine Pflanze, welche längs der atlantischen Küste nach Norden bis nach England und Irland vordringt.

Mit Ausnahme von *Calycotome spinosa* Lk., einer westlich-mediterranen Art, welche bereits in Italien-Sizilien ihre Ostgrenze erreicht, und *Ulex australis* Clem. einer vorwiegend iberischen Pflanze, beides übrigens keine typischen Macchien-, sondern eher Gariguepflanzen, — sind alle übrigen 12 Arten durch das ganze Mittelmeergebiet allgemein verbreitet. Die Macchie ist nicht nur die bezeichnendste Formation der Mittelmeerländer, sondern gleichzeitig auch diejenige, welche sich unter den verschiedensten Breite- und Längengraden des weiten Mittelmeergebietes am wenigsten ändert.

Öfters wird der Wald abgeholzt, dann bleibt die Macchie allein übrig. Dasselbe Resultat ergeben Waldbrände und Kahlschläge, in beiden Fällen ist das betroffene Areal für den Hochwald verloren; der immergrüne Buschwald jedoch erneuert sich aus den unterirdischen, verschont gebliebenen Teilen durch Stockausschläge. Einzelne Autoren (Chodat, Flahault). betrachten daher die Macchie überhaupt nur als das übrig gebliebene Unterholz verschwundener Wälder. Diese Auffassung ist gewiss oft zutreffend, das wollen wir nicht bestreiten. Unsere eigenen Beobachtungen auf Korsika, dem klassischen Land der Macchien, lassen es aber zum mindesten als wahrscheinlich erscheinen, dass der mediterrane Buschwald auch noch eine andere Genesis besitzen kann. Einförmige Cistusmacchien bestocken gelegentlich Quadratkilometer weit mit Kies und Geröll bedeckte Alluvialebenen, jugendliche, stets noch im Fluss befindliche Bildungen, die sicher nie mit Wald bestanden waren. Anderseits haben wir wiederholt beobachtet, wie in Getreideäckern, in der Nähe von Macchien, die Stockausschläge der Maquissträucher überall hervorsprossen und durch ihre Menge die Kulturarbeit geradezu in Frage stellen. Der Erdbeerbaum (*Arbutus unedo* L.) ist in dieser Hinsicht ein ganz besonders lästiger Geselle. Angesichts dieser Tatsachen dürfte der Entwicklungsgang oft gerade den umgekehrten Weg einschlagen. Ich halte dafür, dass die Macchien genetisch auch eine selbständige,

nicht an den Wald gebundene Formation darstellen. Wenn sie sich selbst überlassen bleiben, gewähren sie jedoch in der Kulturregion der Mittelmeerländer weitaus die günstigsten Lebensbedingungen zur natürlichen Entwicklung von Wald; hat sich der Wald dann eingestellt, so wird damit die ursprünglich reine Macchie mehr und mehr zum Unterholz des neu entstandenen Waldes. Das Ursprüngliche wäre demnach die Macchie, das Sekundäre der Wald.

Serander hat kürzlich in seinem fundamentalen Werk über die Myrmekochoren [1]) auch diese Macchienfrage berührt und sich ebenfalls für die Flahault'sche Theorie erklärt. Er sagt: Garigues sind Überreste des auf Kalkboden stehenden Waldes, Maquis desjenigen, der auf Kieselboden wuchs. Es ist allerdings richtig, dass die Garigues hauptsächlich auf Kalk-, die Macchien auf Urgebirge auftreten, doch nicht immer. Um Miramar, nördlich von Palma auf Mallorca, treten üppige Macchien auf Jurakalken auf, ebenso sah ich typische Macchien an der Westküste des Cap Corse, nördlich von St. Florent auf Korsika: dieselben stocken ebenfalls auf Kalk (Sarmatien, Helvetien der Karte); am Montserrat bedecken Macchien das zwischen 900 und 1200 m gelegene Val Malo, das sich aus kalkhaltigen eocänen Konglomeraten aufbaut.[2]) Das Gipfelplateau des Monte Argentario bei Orbetello, nördlich von Civita vecchia und der grösste Teil der

[1]) *Serander R.* Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren, Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 41 Nr. 7, pag. 349 (1906).

[2]) Auf unserer 2. Frühjahrsfahrt nach Spanien (1906) fanden sich in unserer Reisegesellschaft auch mehrere jüngere Geologen, die Herren *R. Beder*, Dr. *P. Bohny*, *G. Escher* und *W. Staub*. Der Freundlichkeit derselben verdanke ich noch folgende Mitteilungen über Geologie und Gesteinsbeschaffenheit von Miramar, Bellver bei Palma und vom Montserrat:

a) Miramar (Mallorca). Der ganze Norden der Insel besteht vorherrschend aus Jura. Die mitgenommenen Handstücke zeigen bei Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure starkes Aufbrausen. Bei Valldemosa tritt ein Kalkstein auf, der sehr an unseren Malmkalk erinnert; bei Soller ist der Kalk von mehr mergeliger Beschaffenheit und enthält Einlagerungen von gefaltetem Gips. Die nordmallorquinische Sierra wird hin und wieder von Eruptionsgängen durchbrochen, solche sind auch im Jura um Miramar angegeben, doch gelang es uns trotz nachhaltigem Suchen nur einige Bruchstücke aufzufinden. Die Stützmauern der Strasse bestanden dagegen fast ausschliesslich aus Kalk.

b) Bellver bei Palma. Die Umgebung des Schlosses von Bellver besteht aus einem tertiären Kalktuff, der nach der Karte miocänen Alters ist. Auf diesem Gestein stockt ein *Pinus halepensis* Bestand mit Macchien als Unterholz.

c) Montserrat. Der Gipfel des Montserrat (über dem Kloster) baut sich aus flachgelagerten eocänen Konglomeraten auf, die wohl — wie die Rigi Nagelfluh von den Alpen — von den Pyrenäen durch mächtige Flüsse in dem Ebrosenkungsbecken abgelagert worden sind. Das Montserratkonglomerat ist polygen, es enthält Kiesel- und Kalkgerölle; das Bindemittel ist Kalk. Exponierte Felsköpfe zeigen oft wunderbar schön die erodierende Tätigkeit des Windgebläses in Form zahlreicher mehr oder weniger parallel-verlaufender Furchen.

Westseite des Berges ist weithin mit dichtem Macchiengestrüpp bedeckt. Die geologische Karte gibt Rhät, bestehend aus Kalk und Dolomit, an. An Ort und Stelle, am 4. April 1900, aufgenommene Aufzeichnungen geben folgendes Bild: Allgemeiner Charakter wie unser Jura, überall tritt der nackte oft eigentümlich in Säulenform oder als bizarre Türme ausgewitterte Kalk zu Tage, dazwischen erstrecken sich mit Kalkblöcken besetzte Blockmeere: der Gipfel des Berges bildet eine mit Macchien dicht verwachsene Hochfläche. Wir versuchten einmal den Weg zu verlassen und den Buschwald zu durchwandern, mussten aber unser Vorhaben bald aufgeben, denn die Macchie war zu dicht. Ja der Juracharakter zeigt sich selbst in der Begleitflora, denn im Geröll steht *Helleborus foetidus* L. und zwischen und unter den typischen Macchiensträuchern, von denen ganz besonders *Arbutus unedo* L. und *Viburnum tinus* L., vorherrschen, sammeln wir *Daphne laureola* L., *Coronilla emerus* L. Anderseits finden sich öfters auch Garigues auf Urgebirge, so in den bei Corte, im zentralen Korsika, mündenden Tälern Restonica und Tavignano, in denen Macchien und Garigues wiederholt miteinander abwechseln. Am Tibidabo ist der Nordwesthang, die Schattenseite des Berges, vorwiegend mit Macchien, der sonnige Südosthang mit Garigues bewachsen. Die Grosszahl der Arten der Macchien treten bekanntlich auch wieder in den Garigues auf, nur viel dürftiger und kümmerlicher entwickelt. Unter den Macchien- beziehungsweise Gariguespflanzen finden sich zudem nur wenige bodenstete Arten, so ist *Rosmarinus* kalkliebend, *Sarothamnus* kieselhold, dagegen sind viele Macchienpflanzen mehr oder weniger ausgesprochen humikol. *(Erica, Arbutus).*

Wenn die Macchie somit hauptsächlich auf Kieselboden auftritt, so ist dies nicht deshalb, weil sich diese Formation vorwiegend aus kieselholden Pflanzen aufbaut, sondern nur deshalb, weil die Macchie als anspruchsvollere Vergesellschaftung eine frischere, tiefgründigere Unterlage, wie dieselbe der verwitterte Urgebirgsboden häufig liefert, verlangt. Bei flachgründigerem Boden werden die Sträucher sofort kleiner und die Macchie offener, in die Zwischenräume fluten nun die Vertreter der Felsenheide hinein, das ist die Garigue, diejenige Vergesellschaftung, welche unter allen Formationen der Mittelmeerländer wohl das grösste Areal in Anspruch nimmt. Nehmen Trockenheit und Flachgründigkeit weiter zu, so erreichen die Sträucher bald kaum noch Fusshöhe, der nackte, steinbesäte Boden gewinnt immer mehr die Oberhand, die Zahl der einjährigen Arten nimmt sehr stark zu, perennierende Kräuter, Zwiebel- und Knollengewächse und xerophytische Gräser werden mehr und mehr vorherrschend, — vor uns breitet sich die Felsenheide aus. Die Garigue, obwohl ihrer Ver-

breitung und Bedeutung nach die Hauptformation der Mittelmeerländer, ist demnach ökologisch doch nur als eine Zwischenformation zwischen Macchie und Felsenheide aufzufassen.

Die Macchie macht übrigens nicht nur an die Bodenbeschaffenheit verhältnismässig grosse Ansprüche, sie verlangt, um sich üppiger entwickeln zu können, eine feuchtere, windgeschützte Lage. Auf dem nur 541 m hohen, aber den heftigsten Winden ausgesetzten Col de Teghime ob Bastia besteht die Macchie nur aus 1—3 Fuss hohem Gestrüpp von gipfeldürrem *Arbutus* und ebenso kümmerlicher *Erica;* nur einige hundert Schritte weiter, am Westhang gegen Patrimonio, bilden die beiden Arten in windgeschützter Lage, in beinahezu gleicher Meereshöhe, wieder zwei bis vier Meter hohe, freudig grüne Gebüsche. Im windgeschützten Val Malo am Montserrat wird Arbutus und Erica noch bei 1200 m über mannshoch. Wie sehr endlich die Niederschläge für die Entwicklung der Macchien von grosser Bedeutung sind, ergibt schon ein Vergleich der West- und Ostküste von Korsika. Macchien von der Dichtigkeit und Üppigkeit wie am Golf von Porto, nördlich von Ajaccio, finden sich an der Ostküste der Insel nirgends (Lit. 22). Dasselbe Bild zeigt der M^te^ Argentario; auf der dem Meer zugewendeten Seite ist er mit dichten, immergrünen Buschwäldern, auf der Landseite dagegen nur mit dürftigen Macchien oder Garigues bewachsen.

Garigues. Am Tibidabo sind die Garigues viel verbreiteter als die Macchien, sie sind auf dem gegen Barcelona geneigten, südöstlichen Bergabhang vorherrschend. Je nach der Bodenbeschaffenheit ist diese Formation mehr oder weniger offen, ohne je vollständig geschlossen zu sein. Das Hauptkontingent stellt eine grössere Zahl ein bis etwa drei Fuss hoher Kleinsträucher; in den vorhandenen Lücken siedeln sich dann als Begleitpflanzen zahlreiche Kräuter an, sehr oft sind es Charakter- oder selbst Leitpflanzen der Felsenheide.

a) Hauptbestandteile:

△ *Quercus coccifera* L. (fol.) vorherrschend.

Rhamnus alaternus L. (fl.).

△ *Daphne gnidium* L. (fol.), die kurzen Blattstiele drehen sich stets so, dass die Blattfläche parallel zum einfallenden Sonnenlicht eingestellt ist; häufig.

●▲ *Fumana procumbens* Gren. Godr.

Calycotome spinosa Lk. spärlich.

Ulex australis Clem. (fl.), stellenweise massenhaft, so besonders in lichten Pineten.

▲ *Cistus salvifolius* L.

△ *Cistus albidus* L.

Thymus vulgaris L. spärlich.

△ *Lavandula stoechas* (L.) Cav. reichlich.

△ *Satureia graeca* L., beginnt zu blühen.

Globularia alypum L.

Der interessanteste Vertreter, die einzige europäische Art der sonst tropischen, südamerikanisch- und südasiatischen Familie der Coriariaceen ist der myrtenblättrige Gerberstrauch (*Coriaria myrtifolia* L.). Die in Trauben vereinigten gelblich-grünen Blüten erinneren einigermassen an diejenigen der Reseda; die Pflanze gehört jedoch in den Verwandtschaftskreis der Empetreen. Die jetzige Verbreitung ist auch von Interesse, sie erstreckt sich von den Atlasländern durch die iberische Halbinsel bis nach Südfrankreich und Ligurien, sie fehlt jedoch dem übrigen Italien, dagegen tritt sie noch in einem kleinern Gebiet des östlichen Mittelmeerbeckens, im Peloponnes, auf. Eine sehr nahverwandte, vielleicht sogar identische Art, *C. longaeva* Sap., ist aus dem Miocän von Narbonne bekannt.

b) Begleitflora: Die pflanzengeographisch nicht näher charakterisierten Arten sind durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitet.

△ *Brachypodium ramosum* (L.) Roem. et Schult. (fol.), sehr reichlich.

●▲ *Carex gynobasis* Vill. = C. Halleriana Asso. (fl.), Begleiter der Pineten.

Allium triquetrum L. (fl.) in Gebüsch; ist im östlichen Mittelmeergebiet selten.

△ *Asphodelus fistulosus* L., massenhaft.

●△ *Ononis natrix* L. (fl.) allgemein mediterran mit Nordgrenze in der West- u. Südschweiz, Graubünden, Tirol, Kärnten.

Astragalus sesameus L. westlich-mediterran, bis nach Dalmatien und Bosnien verbreitet.

Astragalus monspessulanus L. v. *chlorocyaneus Costa* mit hell schmutzig-grünlich-violetten Blüten, eine nur in Süd-, Zentral- und Ostspanien vorkommende Abart der westlich-mediterranen, bis nach Dalmatien verbreiteten Pflanze.

△ *Sedum altissimum Poir.* (fol.).

▲ *Plantago psyllium* L. (fol.).

▲ *Pl. albicans* L. (fl.), filzig, verbreitete Steppenpflanze.

●▲ *Marrubium vulgare* L. (fol.) reichlich, hat Filzblätter.

△ *Scrophularia peregrina* L.

Phagnalon saxatile Cass. mit schmallinealen Blättern und zurückgeschlagenen äusseren Involukralblättchen, westlich-mediterran; östlich nur bis nach Süditalien (fl.).

▲ *Ph. rupestre* DC., die Blättchen dieser Art sind lanzettlich, geschweift gezähnt. Involukrum mit stumpfen, anliegenden äusseren Hüllblättchen; fehlt in Südfrankreich (fl.).

Den Grundstock dieser Garigues liefern somit auch die allgemein verbreiteten Mittelmeerpflanzen, dazu gesellen sich aber mehrere aus-

gesprochen westlich-mediterrane Typen: *Coriaria myrtifolia, Astragalus sesameus, Phagnalon saxatile,* ferner *Ulex australis* Clem. mit dem Hauptzentrum in Süd- und Ostspanien, und endlich *Astragalus chlorocyaneus* R.Br., eine spezifisch iberische Pflanze.

Diese pflanzengeographische Analyse der Flora des Tibidabo hat somit ergeben: Die Anthropochoren umfassen eine Mischflora von weit verbreiteten mitteleuropäischen und mediterranen Arten, Pflanzen von grosser Anpassungs- und Expansionsfähigkeit; die Macchien sind nur aus allgemein verbreiteten Mittelmeerpflanzen zusammengesetzt, die pflanzengeographisch interessanteste Formation ist die Garigue, ihre Flora besitzt einen ausgesprochen westmediterranen Charakter, zwei Arten sind sogar ganz oder vorwiegend iberisch.

5. Der Montserrat.

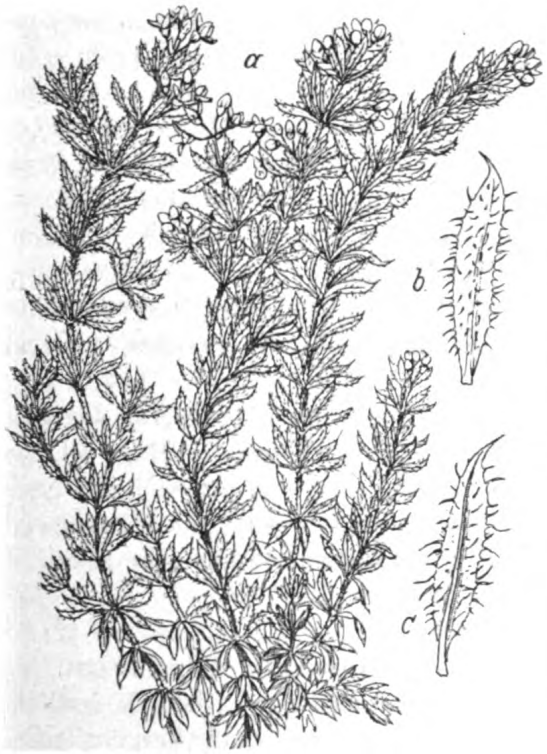
11. IV. 1906.

Der Besuch des Montserrat nimmt wenigstens einen ganzen Tag in Anspruch; zweckmässiger ist es jedoch zwei Tage zu verwenden und in dem in zwei Drittel Höhe gelegenen, berühmten Benediktinerkloster zu übernachten. Leider nötigte uns die beschränkte Zeit die Exkursion in einer Tagestour auszuführen; so mussten wir darauf verzichten, den Berg von der Sohle des Llobregattales aus zu besteigen; wir benützten daher die Bergbahn von der Station Monistrol zum Kloster. Unsere Beobachtungen über die sehr interessante Flora des Montserrat beziehen sich somit nur auf den oberen Teil des Berges, d. h. von ca. 880 m bis zum Gipfelpunkt des ganzen Gebirgsstockes, dem El Mirador de S. Jeronimo, der eine Meereshöhe von 1241 m erreicht (Tafel I).

Prof. H. Wegelin von Frauenfeld und Dr. H. Brockmann haben am 30. April 1905 den Montserrat von dem auf der Südseite gelegenen Collbato aus bestiegen. Die beiden Herren hatten die Freundlichkeit, mir die gesammelten Pflanzen zur Einsicht einzusenden und mir einige Notizen über den Vegetationscharakter der unteren Bergregion zu überlassen; ich spreche ihnen auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus. In der Umgebung von Collbato finden sich:

Aphyllanthes monspeliensis L., eine Liliacee, welche übrigens von mehreren Autoren als eigene Familie unterschieden wird. Die Pflanze hat einen binsenartigen, sehr xerophytischen Habitus. Die grossen einzelnen oder gezweiten endständigen Blüten sind von tief azurblauer Färbung. Westlich-mediterran: nur in Nordafrika, Spanien, Südfrankreich bis Lyon und Savoyen und in Ligurien verbreitet.

△*Coris monspeliensis* L. Obwohl eine Primulacee, erinnert doch die Pflanze wegen ihrer zygomorphen Blüten an eine Labiate; sie trägt zahlreiche kleine nadelartige Blätter, die derbborstigen rötlichen Kelchzähne bilden am Ende der Blütentrauben einen eigentlichen Schopf; ▲*Plantago albicans* L. überzieht den Boden und bildet weissliche Teppiche; bei Collbato tritt diese Pflanze in einer auffallend breitblättrigen Abart auf. Zu ihr gesellt sich als weitere Filzpflanze *Convolvulus lanuginosus* Desr. *v. sericeus* Boiss. (Olesa), sowie *Bromus rubens* L., *Euphorbia polygalaefolia* Boiss. et Reut. △*Bupleurum fruticosum* L. und *Helichrysum stoechas* DC. Auf den heissen dürren Südabhängen blühen bereits *Linum narbonense* L. und *Linum strictum* L. (La Puda Baños) und dort entfaltet im steinigsten Boden *Uropetalum serotinum* Ker. ihre eigentümlich orangebraunen Blütentrauben; das Verbreitungsareal dieser hyacinthenartigen Liliacee erstreckt sich nur von Nordafrika über die pyrenäische Halbinsel bis ins südliche Frankreich; ein abgesprengter Vorposten findet sich noch in Ligurien. *Genista hispanica* L. v. *hirsuta* WK. ist ein sparriges Kleinsträuchlein aus dem Verwandtschaftskreis unserer Genista germanica L. und von durchaus west-mediterraner Verbreitung; die Ostgrenze wird bereits in Ligurien und Korsika erreicht. Und endlich fand sich unter der Ausbeute von Dr. Brockmann noch eine Novität: *Galium Brockmanii* Briq. spec. nov. 1907 (Textfigur 1).



gez. L. Schröter.

Fig. 1: *Galium Brockmannii* Briq. spec. nov. Annuaire du conserv. et jard. bot. Genève XI. (1907) p. 107. Vergr. a = 2:1; b u. c = 6:1 (Orig.).

Die Vegetation zwischen dem Kloster (887 m) und dem Gipfel (1241 m) umfasst hauptsächlich vier pflanzliche Vergesellschaftungen: Macchien, Wiesen, die Formation der Felsenflur und die Geröllflora.

1. Die Macchien. Sie erfüllen den grössten Teil des im Windschatten gelegenen Valle Malo, jenes merkwürdigen Hochtales, welches den höchsten Teil des Gebirgsstockes in seiner ganzen Länge von NNW. nach SSO. durchzieht und vom Torrente de S[a] Maria durchflossen wird. Diese 2 bis 3 m hohe Macchie breitet sich nicht nur über den ganzen Talgrund aus, sondern sie steigt auch noch weit an den beiden Talflanken empor. Einzelne graubraune, phantastische Felszacken, die sog. Peñascos, bald pyramiden-, bald kegelförmig oder auch ganze kompakte Felsmauern erheben sich hin und wieder aus dem herrlich dunkelgrünen Buschwald, der sonst nur noch an wenigen Stellen durch Geröllhalden unterbrochen wird. Steineiche, Buchs und lorbeerartiger Schneeball sind die drei tonangebenden Arten. Der Buschwald geht bis über die Ermita de S. Jeronimo, welche sich nur ca. 50 m unter dem Gipfelpunkt befindet. Offenbar ist es nur die windoffene Lage, welche die Macchie abhält bis zum höchsten Punkt vorzudringen. So findet am Montserrat eigentlich keine regionale Gliederung der Flora statt, die Verteilung der Pflanzenwelt ist einfach eine Folge der Standortsverhältnisse.

Die Macchie des Valle Malo hat folgende Zusammensetzung:

△ *Quercus ilex* L. meistens buschartig, öfters aber auch als Kleinbaum entwickelt.

●▲ *Buxus sempervirens* L., besonders im mittleren Teil des Valle Malo massenhaft und sehr oft stark von *Puccinia Buxi* DC. befallen (fl.).

Viburnum tinus L. (fl.) vorwiegend westlich-mediterran, mit Ostgrenze in Dalmatien, im östlichen Mittelmeer nur sehr selten, so z. B. in der unteren Region des Libanon.

▲ *Olea europaea* L. v. *oleaster* DC.

Phillyrea latifolia L. und △ *Ph. angustifolia* L. (fl.)

△ *Erica arborea* L. (fl.) und *E. multiflora* L., bereits verblüht, und *E. cinerea* L. (fl.).

△ *Cistus monspeliensis* L., beginnt zu blühen und △ *C. albidus* L. (fol.) spärlicher.

△ *Arbutus unedo* L. (fol.) selten.

△ *Juniperus oxycedrus* L. und *J. phoenicea* L.

△ *Pinus halepensis* Mill., ganz vereinzelt, in sehr kümmerlichen Exemplaren.

△ *Osyris alba* L. (fol.).

●▲ *Ilex aquifolium* L. (fol.).

Auch die drei charakteristischen Schlingpflanzen der Macchien: △ *Smilax aspera* L., △ *Rubia peregrina* L., △ *Asparagus acutifolius* L., fehlen nicht. Die Begleitflora des Unterholzes setzt sich

aus folgenden Arten zusammen: ▲● *Ruscus aculeatus* L. ● *Daphne laureola* L., ziemlich häufig, *Genista scorpius* DC. (fl.), ☾ *Globularia alypum* L., *Rosa spec.* (fr.), wie mir Dr. W. Bernoulli mitteilt, ähneln die Belegexemplare einer Rose von der Sierra de Pina (Valencia), die von Pau 1888 als *R. Pouzini* Tratt. × *micrantha* Sm. bezeichnet wurde. Diese letzteren Arten treten immer an offenen, steinig-felsigen Stellen auf. Im Gebüsch blüht in Menge *Anemone hepatica* L., v. *hispanica* Wk., eine entoiberische Varietät des durch ganz Europa bis Nordafrika, durch Nordasien und Nordamerika verbreiteten Leberblümchens.

Gegenüber den Macchien und Garigues des Tibidabo ergeben sich einige bezeichnende Unterschiede. Dort Vorherrschen von ☾ *Quercus coccifera* L. und *Ulex australis* Clem., hier dagegen △ *Quercus ilex* L. und *Genista scorpius* DC. Neu sind gegenüber unseren Aufzeichnungen von Tibidabo: △ *Juniperus oxycedrus* L. und ☾ *J. phoenicea* L., *Phillyrea*, ☾ *Olea europaea* L. var. *oleaster* DC., *Viburnum tinus* L., *Erica multiflora* L., △ *Osyris*, sowie einige atlantische Arten: ▲ *Ilex*, ▲ *Buxus*, ● *Daphne laureola* L. und die vorwiegend atlantische Geröllpflanze *Helleborus foetidus* L. Dagegen vermissten wir am Montserrat: ▲ *Cistus salvifolius* L., ☾ *Pistacia*, △ *Rosmarinus*, *Calycotome spinosa* Lk., ☾ *Rhamnus alaternus* L. Die andere Gesteinsbeschaffenheit, die Höhenlage, der Windschutz und gewiss auch die reichlicheren Niederschläge, auf die wir die üppige Entfaltung dieser Buschwälder und das Vorkommen der atlantischen Bestandteile zurückzuführen geneigt sind, veranlassen diesen ziemlich auffälligen Wechsel in der Zusammensetzung der Macchien des Montserrat gegenüber denjenigen des Tibidabo.

2. Die Wiesenformation. Wir haben diese Formation nur in der Umgebung der Ermita de S. Jeronimo in sehr windoffenen Lagen zwischen den obersten Vorposten der Macchien angetroffen. Auf diesen kurzrasigen Wiesen entfaltete eben der zierliche *Narcissus juncifolius* Lag. in grosser Menge seine kleinen, gelben Blütensterne, auch *Gladiolus illyricus* Koch (fol.) und ☾ *Brunella grandiflora* (L.) Jacq. finden sich noch hier oben. Die schönste Flora entfalten jedoch diese Wiesen erst Ende April oder Anfang Mai, zur Zeit der Orchideenblüte.

3. Geröllflora: Hieher *Helleborus foetidus* L. (fl.); ●▲ *Saponaria ocymoides* L. (fol.), *Astragalus monspessulanus* L. v. *chlorocyaneus* Costa (fl.); ▲ *Teucrium polium* L. (fl.); auch *Narcissus juncifolius* Lag. tritt als Geröllpflanze auf. An heissen, direkter Besonnung ausgesetzten Standorten finden sich: *Bupleurum fruticescens* L. mit steifen, stark verlängerten Ästen und lineal-lanzettlichen

Blättern (fol.), eine iberische Pflanze, die ausserhalb Spanien nur noch von einem südfranzösischen Standort, zwischen Narbonne und Perpignan bekannt ist. *Helianthemum origanifolium* (Lam.) P. v. *lanceolatum* Wk. von ganz analogem Verbreitungsareal, nur geht die Art westlich bis Portugal und östlich bis in die Gegend von Marseille, endlich *Globularia Cambessedesii* Wk. v. *hispanica Willk.*, eine nur in Spanien auftretende Pflanze, ferner *Ranunculus gramineus* L. v. *scorzoneraefolius Freyn*, von ca. 1000 m an, an steinigen Orten.

An steinigen Stellen zwischen dem Rasen des Gipfelkegels tritt endlich *Polygala calcareum F. Schultz* und *Potentilla opaca* L. auf, letztere in einer Form, die, wie mir Dr. W. Bernoulli mitteilte, der P. pseudorubens Siegfrd. von der Ravellenfluh nahe steht. Im Unterschied zur Macchie und Bergwiese macht sich mithin in der Geröllflora bereits auch das endemische Element bemerkbar.

4. Die Felsenflur. Aus allen Spalten und Ritzen der Felspyramiden und Felsmauern wachsen an den schattigen Standorten Pflanzen hervor, die stellenweise, besonders an feuchten Nordlagen, die Felsen mit einem zusammenhängenden, saftig-grünen Teppich förmlich bekleiden. •▲Hedera helix überzieht oft ganze Felsmauern und gewährt anderen Arten festen Halt zur erfolgreichen Ansiedelung, auch Moose stellen sich ein und bilden schwellende Polster. Es sind diese Felsfluren der biologisch wie pflanzengeographisch interessanteste Bestandteil der Flora des Montserrat, reich an pyrenäischen, noch reicher an endemischen Arten. Leider sind es meistens Sommerpflanzen, die daher bei unserem Besuch noch nicht in Blüte standen. Immerhin war es uns doch vergönnt beim Abstieg durch den steilen, schmalen Barranco, der von der Ermita S. Miguel direkt auf das Kloster herabführt, einen Einblick in die eigenartigen Lebensbedingungen dieser Flora zu erhalten; sie vegetiert in den mit dunkler humöser Erde ausgefüllten Felsritzen und entwickelt fast durchgehend grosse, dünne Blattflächen. Die auf Seite 31 folgende Zusammenstellung gliedert die auf den Felsfluren auftretenden Arten und Abarten nach Florenelementen, teils auf Grund unserer Aufzeichnungen, teils nach Willkomm. (36 p. 115.)

Auf dem Gipfel des Montserrat fand *Dr. H. Brockmann* bei 1230 m die Bärentraube [•Arctostaphylos uva ursi (L.) Spreng]. Brockmann bemerkt zu diesem neuen Fundort der Bärentraube: „Dieser wenige Exemplare umfassende Standort dürfte wohl als ein Beweis gelten, wie beerentragende Pflanzen durch Vögel weit verschleppt werden". Der Montserrat ist ca. 70 km von den Pyrenäen entfernt und hat wohl von dort diese Pflanze, bei der ein „schrittweises Wandern" in diesem Fall gänzlich ausgeschlossen ist, erhalten. Dieses

Verhalten dürfte wohl wieder einmal ein Beweis dafür sein, wie vorsichtig wir bei den Standorten von Arctostaphylos uva ursi im schweizerischen Molasseland sein müssen. Um wie viel eher kann es sich bei uns um Verschleppung durch Vögel handeln? Die Herkunft aus der Rückzugzeit der Gletscher abzuleiten, wäre dann ganz unnötig".

Iberische Pflanzen.	Pyrenäenpflanzen.	Weitere Florenelemente.
Tulipa australis Lk. v. *montana* Wk. *Fritillaria Boissieri Costa.* Anemone helpatica L. v. *hispanica* Wk. *Silene crassicaulis* Wk. Nächst verwandt mit der algerischen S. rosularis Coss. *Viola Willkommii Roem.* *) *Erodium supracanum* (Cav.) l'Hérit. *Saxifraga catalaunica* Boiss. Crepis albida Vill. v. *macrocephala* Wk. *Hieracium candidum Scheele.* *Hieracium lychnitis Scheele.* *Hieracium macrophyllum Scheele.* *Hieracium nitidum Scheele.* *Hieracium purpurascens Scheele.*	*Erodium macradenum* l'Hérit. *E. petraeum* (Gou.) W. *Teucrium pyrenaicum* L. (auch noch in der Dauphiné). *Ramondia pyrenaïca* Rich. (fol.), in grosser Menge bis auf ca. 900 m herab; südlichster Standort der Pflanze. *Galium papillosum* Lap.	●*Asplenum fontanum* (L.) Bernh. vorwiegend Gebirge West-Europas. ●*Sesleria coerulea* L. s. sp. *calcarea Celak* v. *angustifolia* Hackel et Beck. (fl.) *Sarcocapnos enneaphylla,* DC. (fol.), vorwiegend iberisch, aber auch noch in Südfrankreich. Die blau-grünen, brüchigen Blätter von Asplenum-artigem Aussehen. ●*Potentilla caulescens* L. (fol.). ▲●*Carex gynobasis Vill.* = C. Halleriana Asso.

*) Nur vom Montserrat bekannt.

5. Ruderalflora der Wegborde und der Umgebung des Klosters: *Euphorbia serrata* L. mit Rost ganz bedeckt. ●*Reseda phyteuma* L., △*Convolvulus althaeoides* (L.) Sm., *Sideritis romana* L., ●▲*Asperula arvensis* L., Aecker bei Olesa. ▲*Calendula arvensis* L.: an Wegborden, wie auch in Ufergebüschen z. B. bei la Puda findet sich *Coriaria myrtifolia* L.

Die Flora des Montserrat zeigt somit einen ungewöhnlichen Reichtum. Auffallend gross ist die Zahl iberischer Arten, bezw.

Abarten; dazu gesellen sich mehrere Pyrenäenpflanzen, die zum Teil hier ihre absolute Südgrenze erreichen; auch der übrige Teil der Flora enthält noch mehrere Pflanzen, deren Verbreitungsareal von grösserem pflanzengeographischem Interesse ist. Es ist dies keine vereinzelte Erscheinung. In den Provinzen Valencia und Alicante werden wir die überaus reichen Floren anderer Gebirgsstöcke kennen lernen. Fast jede dieser Sierren hat ihre eigene Pflanzenwelt, darunter finden sich öfters Endemismen von äusserst beschränkter Verbreitung.

6. Exkursion nach dem römischen Aquadukt bei Tarragona.

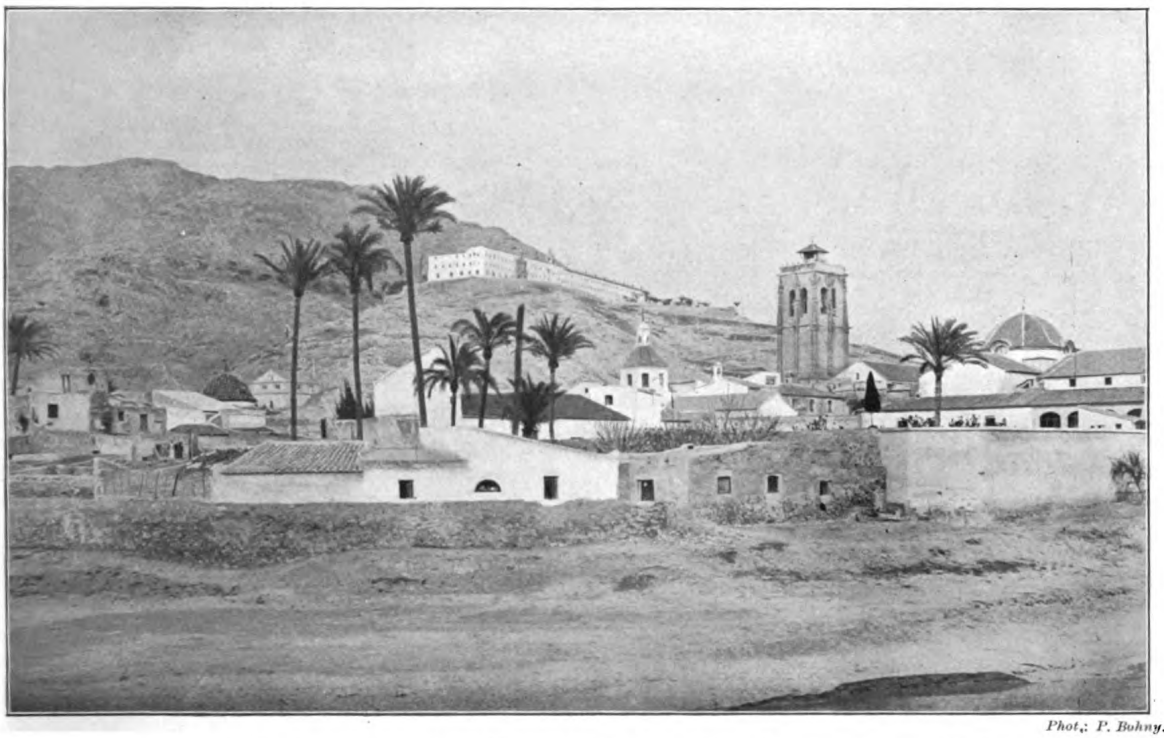
19. III. 1905.

Der Botaniker, der von Barcelona nach Tarragona kommt, wird in der Umgebung dieser Stadt vergebens nach Wald und Macchien suchen, doch vermögen die ausgedehnten Olivenhaine und Johannisbrotpflanzungen im Landschaftsbild den Wald einigermassen zu ersetzen. Das Land ist flach, zum Teil etwas hügelig und, soweit es nicht bebaut ist, vorherrschend mit Felsenheiden und Tomillares bedeckt; einzig in dem Tälchen, über welches der römische Aquadukt führt, sind beide im Windschutz gelegene und etwas feuchteren Abhänge mit einer verhältnismässig üppigen und reichhaltigen Garigue bedeckt, welche eine ganze Reihe neuer Arten aufweist. Auf Bauland, brachliegenden Feldern und längs den Strassen haben sich endlich vor der Stadt viele Ruderalpflanzen angesiedelt. So hatten wir Gelegenheit, auf unserer Exkursion nach dem etwa 4 km westlich von Tarragona gelegenen römischen Aquadukt vier Pflanzenvergesellschaftungen kennen zu lernen.

1. Die Ruderalflora. Die Eselsgurke *Momordica elaterium* L. hat neben den Blüten bereits junge Springfrüchte, welche im Augenblick, wo sie sich vom Stiel loslösen, durch Kontraktion der Fruchtwandung, die Samen explosionsartig fortschleudern.

▲● *Adiantum capillus veneris* L. an feuchten Mauern.
▲ *Lamarckia aurea* Mönch.
▲ *Diplotaxis erucoides* (L.) DC.
● *Diplotaxis muralis* (L.) DC.
▲ *Potentilla anserina* L.
▲ *Oxalis corniculata* L.
● *Geranium rotundifolium* L.
▲● *Plantago coronopus* L.
● *Euphorbia exigua* L.
● *Mentha rotundifolia* (L.) Huds.
▲● *Sherardia arvensis* L.
▲ *Calendula arvensis* L.
Inula viscosa Ait. (fr.) fol.

Trotzdem Tarragona fast unter der Breitenlage von Neapel liegt, so ist selbst hier noch die Adventivflora eine typische Mischflora mitteleuropäischer und allgemein verbreiteter Mittelmeerpflanzen; beide Bestandteile sind ungefähr gleich stark vertreten.



Phot.: P. Bohny.

Fig. 6. Orihuela, auf halber Höhe der Sierra das Seminario de S. Miguel.
Blick vom Ufer der Segura oberhalb der Stadt nach Nordosten (pag. 71).

Phot.: R. Chodat

Fig. 7. Halfasteppe bei Orihuela.
Im Hintergrund Olivenhaine als Pioniere der Kultur (pag. 78, 137).

Phot.: R. Chodat.

Fig. 8. In Getreidefluren und Olivenhaine umgewandeltes Steppenland.
Tal des Rio dulce bei Orihuela (pag. 138).

II. Felsenheiden. Sie lassen zwei Facies unterscheiden, je nachdem △*Asphodelus fistulosus* L. oder ▲*Passerina hirsuta* L. die führende Rolle beansprucht. Auffallend gross ist die Zahl von Filzpflanzen: *Cynoglossum cheirifolium* L. geht zwar nördlich bis nach Südfrankreich, ist aber hauptsächlich im südlichen Teile des westlichen Mittelmeerbeckens verbreitet; sie ist mit ihren, ein dichtweisses Indument tragenden Blättern und den zuerst rötlichen, beim Abblühen jedoch dunkelviolett werdenden Blüten, eine reizende Erscheinung; dazu gesellen sich die kleinen, wollig-filzigen Kugeln der △*Evax pygmaea* (L.) Pers., ferner •*Helianthemum appeninum* (L.) Lam. v. *angustifolium* Koch mit lineallanzettlichen, am Rande umgerollten Blättern. Von △*Ajuga iva* Schreb., ▲•*Marrubium vulgare* L., ▲*Verbascum sinuatum* L. sind erst die Blätter entwickelt. Die folgenden Species sind zwar keine eigentlichen Filzpflanzen, doch werden die Laubblätter durch eine reichliche, seidige oder wollige Behaarung geschützt: *Euphorbia characias* L., △*Lobularia maritima* Desv., ▲*Plantago albicans* L. und ▲*Phagnalon rupestre* DC.

Viele Arten der Felsenheide sind ein- oder zweijährig. Von den Filzpflanzen gehören hierher: *Cynoglossum cheirifolium* L., ▲*Verbascum sinuatum* L., △*Evax pygmaea* (L.) Pers., dazu kommen ferner: •*Mercurialis annua* L. in einer sehr eigentümlichen, nur 6—12 cm hohen Kümmerform mit stark gestauten Internodien. △*Scorpiurus subvillosa* L., △*Echium calycinum* Viv., △*Bellis annua* L. und •*Scorzonera laciniata* L. Oft stellt sich auch △*Asphodelus fistulosus* L. massenhaft ein, doch der Asphodill ist schon Anfang April verblüht, bald sterben dann die oberirdischen Teile ab, so dass demselben im Vegetationsbild eine ähnliche Rolle zukommt wie den Einjährigen. Bereits gegen Ende April sind all' diese Pflanzen meistens schon von der Bildfläche verschwunden, die Lücken im Vegetationsteppich werden immer grösser und das Vorwiegen der Filzpflanzen in dem mehr und mehr vorherrschenden grauen Farbenton der Felsenheide immer auffälliger.

Auch einige Gräser sind vorhanden: ▲*Andropogon hirtum* L. und △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S.; endlich fehlen auch die Kleinsträucher, Stauden und mehrjährigen Kräuter nicht ganz: *Thymus vulgaris* L,. △*Satureia graeca* L., △*Salvia verbenaca* L., •*Helianthemum alpestre* (Jacq.) Dunal, △*Paronychia argentea* Lam. — Die Leitpflanze der Passerinaheide, ▲*Passerina hirsuta* L. mit ihren kleinen, immergrünen, schuppenartigen, sich mehr oder weniger dachziegelartig deckenden Blättern und den zierlich überhängenden Zweigenden, haben wir nur an einer Stelle reichlich angetroffen. So interessant biologisch diese Felsenheiden von Tarragona

sind, so geringes Interesse beanspruchen sie in pflanzengeographischer Hinsicht, handelt es sich doch fast ausschliesslich wieder um Pflanzen, die durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitet sind.

III. Tomillares. Unter diesem Namen versteht man Felsenheiden mit vorherrschend verholzten Labiaten, wie sie für grosse Teile Spaniens so bezeichnend sind; es ist eine äusserst monotone Vergesellschaftung von xerophilen Kleinsträuchern, — eine Übergangsformation zur Garigue. Auf dem sehr trockenen und steinigen, ebenen bis schwach welligen Gelände um den Alto del Olivo, Ruinenreste einer 1811 von den Franzosen zerstörten Befestigung, bedecken die Tomillares grössere Flächen. Leitpflanze ist *Thymus vulgaris* L., sehr häufig sind auch vertreten: der △*Rosmarin*, die *Lavandula latifolia* Vill. (fol.)? und *Helichrysum stoechas* DC. (fl.) Aus den benachbarten Felsenheiden hat sich △*Asphodelus fistulosus* L. eingestellt und längs dem Flurwege sammeln wir noch △*Vaillantia muralis* L. und △*Clematis flammula* L.

IV. Garigues. Formationsliste:

△ *Quercus coccifera* L. (fol.), Leitpflanze, aber niedrig, nur 1—2′ hoch.

Chamaerops humilis L. (fol.), stellenweise sehr reichlich, jedoch klein und niedrig, mehr oder weniger dem Boden angepresst.

Ulex australis Clem., sehr häufig, bildet öfters kugelige Büsche.

△ *Rosmarinus officinalis* L. reichlich.

Thymelaea tinctoria Endl. bildet ebenfalls Kugelbüsche.

△ *Rhamnus alaternus* L. in einer auffallend kleinblätterigen Ausbildung, deren Zweige dem Boden angepresst sind, — eine Annäherungsform an die v. balearica Wk.

Rhamnus lycioides L. (fol.), ein sparriger Kleinstrauch mit nach allen Seiten abstehenden, mehr oder weniger verkürzten Zweigdornen und dünnen, lineallanzettlichen, leicht abfälligen Blättchen.

▲ *Olea europaea* L. *v. oleaster* DC. (fol.), knorrige, 2—3′ hohe Büsche bildend.

△ *Phillyrea media* L. (fol.)

△ *Pistacia lentiscus* L. spärlich.

△ *Cistus monspeliensis* L.

▲ *Cistus salvifolius* L.

△ *Cistus albidus* L., doch hauptsächlich im nordwestlichen Gebiet verbreitet.

C. Clusii Dun. mit schmal-linealen, fast nadelartigen Blättern.

Die Cistrosen beginnen bereits zu blühen, am weitesten vorgeschritten ist C. Clusii.

Erica multiflora L. (fol.), bereits verblüht.

Lavandula latifolia (?) Vill. (fol.)

▲● *Ruscus aculeatus* L.

Bupleurum fruticescens L. (fol.)

Thymus vulgaris L.

Die Garigue ist ziemlich dicht geschlossen, so dass für die Begleitflora nicht mehr viel Raum übrig bleibt. Auf dem Rosmarin und den verschiedenen Cistusarten schmarotzt eine rotbraune Orobanche. *Ceratocalyx macrolepis* Coss.; im Gebüsch klimmt auch hier überall wieder das △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S.; dazu gesellen sich zwei Schlingpflanzen: ∠*Asparagus acutifolius* L. und △*Smilax aspera* L. Die Jonquille (*Narcissus juncifolius* Lag.) lässt ihre graziösen, kleinen gelben Blütensterne dem steinigen Boden entsprossen; dort entfaltet *Euphorbia characias* L. ihre reichblütigen Cymen und hier erhebt sich der schlanken Blütentrieb der ▲*Ruta chalepensis* L., *var. angustifolia* (Pers.), Wk., leicht kenntlich an den tiefzerschlitzten Blütenblättern.

Der auffallendste Bestandteil dieser Garigue ist die europäische Zwergpalme, eine typisch westmediterrane Pflanze, die vom südlichen Portugal, durch Süd- und Ostspanien und über die Balearen bis Sardinien, Sizilien und das westliche Italien verbreitet ist und auch in Nordafrika vielfach bestandbildend auftritt. Die Polargrenze der Zwergpalme liegt um Nizza bei 43° 44′, in Spanien dagegen erreicht sie nicht einmal die Breite von Barcelona. Wir haben sie zuerst an der Steilküste bei Sitges beobachtet, daselbst krönt sie Felsköpfe und Erdpyramiden. Nur selten kommt es zur Entwicklung eines eigentlichen Stammes, wohl nur deshalb nicht, weil die Palmitoformation zu sehr ausgebeutet wird. Man gewinnt daraus den Palmkohl, der einen sehr angenehmen, haselnussartigen Geschmack besitzen soll, und die Blätter werden massenhaft abgeschnitten, um aus ihnen allerlei Flechtwerke herzustellen. Am Fuss der Atalaya de Albercuitx, östlich von Pollensa auf Mallorca beobachteten wir immerhin Stämme, welche 1,70 m massen. Westmediterran ist auch *Thymus vulgaris* L. mit der Ostgrenze im westlichen Italien, und *Lavandula latifolia* Vill., welche jedoch noch Dalmatien erreicht. Diese beiden letzten Pflanzen fehlen dagegen Nordafrika. Weitere drei Arten sind iberisch-mauritanisch: *Ceratocalyx macrolepis* Coss., *Rhamnus lycioides* L. (auch noch auf den Balearen) und *Cistus Clusii* Dun. (noch auf den Balearen und Sizilien); — *Narcissus juncifolius* Lag. ist hauptsächlich iberisch; Verbreitung: Selten in Südportugal, häufig in Zentral- und Ostspanien, in den Pyrenäen und von da durch Südfrankreich bis zum Mont Ventoux ausstrahlend; eine merkwürdig versprengte Station findet sich in Korsika, auf dem Monte Renoso. Als iberisches Element, obwohl teilweise noch nach Südfrankreich übergreifend, haben wir bereits *Ulex australis Clem.* (in Südfrankreich verbreitet und häufig) und *Bupleurum fruticescens* L. (mit einer französischen Station) kennen gelernt, dazu kommt nun noch

die *Thymelaea tinctoria* Endl., von der in Frankreich auch nur ein einziger Standort im Departement le Gard bekannt geworden ist.

7. Denia und Umgebung.

21./22., 24. III. 1905.

Denia, ein kleineres Küstenstädtchen, ist nordwestlich vom Cabo de la Nao, am südlichen Ufer des Golfes von Valencia gelegen. Auf mehreren teils ganz-, teils halbtägigen Exkursionen hatten wir reichlich Gelegenheit, uns mit dem Vegetationscharakter der Umgebung bekannt zu machen.

a) Flora des Felsenriffes des Castillo de Denia.

Mitten aus dem etwa 12000 Einwohner zählenden, reizend gelegenen Denia erhebt sich, gerade über dem Hafen, ein Felshügel mit einer zerfallenen Burgruine. Von der Höhe schweift der Blick auf den mit Barken belebten Hafen, dessen sehr seichte Gewässer durch eine üppige Algenvegetation (*Ulva lactuca* L., *Padina pavonia* (L.) Gaill., *Cystoseira ericoides* Ag.) fast verlandet sind und jetzt zur Ebbezeit sich wie eine üppig grüne Wiese ausnehmen. Zu unseren Füssen liegt das malerische Städtchen mit seinen kleinen, schmucklosen Häuschen und den schmalen, planlos verlaufenden Gässchen. Im Norden dehnt sich in weitem Bogen der Golf von Valencia, eine ganze Farbenskala entfaltend, aus. Vom dunkelgrünen Hafenbecken geht es zum tiefen Azurblau des offenen Meeres, das endlich gegen den Horizont allmählich in ein verschwommenes Blaugrau übergeht. Diese Flachküste wird nur vom Felsen von Sagunt unterbrochen. Im Osten ist das Bild dagegen bis zum Cabo de S. Antonio von einer reichgegliederten Steilküste begrenzt, koulissenartig verläuft ein umbrandeter Felsenvorsprung hinter dem anderen, öfters gekrönt von halbzerfallenen Windmühlen oder Warttürmen und, kaum mehr wahrnehmbar, erheben sich in weiter Ferne die Berginseln der Pithyusen aus der mit einer ganzen Flotille von Segelschiffen belebten See. Im Süden aber liegt das Bergland der Halbinsel von Alcoy, das Kalkriff des Monte Mongo beherrscht hier das Landschaftsbild und im Westen erstreckt sich längs der Küste die fruchtbare Huerta. Parallel zur Strandlinie verläuft, in der Richtung auf Oliva und Gandia, eine stattliche Palmenallee; ein Garten, mit Granatapfelbäumen bepflanzt, liegt unmittelbar vor der alten, zerfallenen Stadtmauer. Hohe, schlanke Arundo Donax-Hecken begrenzen die einzelnen Grundstücke und gewähren gleichzeitig einigen Schutz gegen die ungestümen Seewinde. Dort erfreut das Auge das dunkle Grün eines Orangengartens, aber

als wichtigste Kulturpflanze beherrscht die Rebe die Umgebung der Stadt. Die ganze Strandebene, die umgebenden Hügel und selbst am unteren Teile des Mongo hat der Mensch z. T. im steinig terrassierten Gelände seine Weinfelder und Weinberge angelegt; erst die senkrecht abstürzenden Felswände dieses Berges haben der Kulturarbeit ein unüberwindliches Hindernis entgegengestellt. Das ist Denia, das wir für dreieinhalb Tage zu unserem Standquartier gewählt haben.

An dem Kastellberg hat sich eine sehr reiche Vegetation angesiedelt. Gross ist naturgemäss die Zahl der auf Schuttplätzen und zwischen den gewaltigen Mauerresten angesiedelten Anthropochoren, nicht unbeträchtlich ist aber auch die Felsenheide — und die eigentliche Felsflora, doch ist es oft schwierig, diese Florenbestandteile auseinander zu halten, da die Standorte öfters sehr rasch wechseln.

α) Ruderalflora.

- *Lagurus ovatus* L. ⊙
- *Urtica membranacea* Poir. ⊙
- ▲●*Parietaria officinalis* L. *var. ramiflora* Mönch.
- *Emex spinosa* Campd. ⊙
- △ *Paronychia argentea* Lam.
- ● *Polycarpon tetraphyllum* L. ⊙
- ▲ *Diplotaxis erucoides* (L.) DC. ⊙
- ● *Lepidium graminifolium* L.
- *Ranunculus parviflorus* L. ⊙
- ● *Fumaria capreolata* L. ⊙
- *Lotus ornithopodioides* L. ⊙
- ▲ *Trifolium stellatum* L. ⊙
- ● *Vicia hybrida* L. ⊙
- ▲ *Foeniculum vulgare* Mill.
- *Umbilicus pendulinus* DC. (fol.)
- ▲●*Euphorbia helioscopia* L. *v. atrorubens* Rikli nov. v., mit roten Drüsen. ⊙
- *E. pinea* L. ⊙
- ● *Mercurialis annua* L. ⊙
- ▲ *Plantago psyllium* L. ⊙
- △ *Convolvulus althaeoides* (L.) Sm.
- △ *Borrago officinalis* L. ⊙
- △ *Echium calycinum* Viv. ⊙
- △ *Echium plantagineum* L. ⊙
- ▲ *Verbascum sinuatum* L. ⊙
- ▲● *Antirrhinum orontium* L. ⊙
- △ *Hyoscyamus albus* L. ⊙
- ▲● *Sherardia arvensis* L. ⊙
- ▲● *Anagallis arvensis* L. *s. spec. coerulea* Schreb. ⊙
- △ *Galium saccharatum* All. ⊙
- ▲ *Sonchus tenerrimus* L. ⊙
- ● *Centaurea calcitrapa* L.
- ▲ *Picridium tingitanum* Desf.
- △ *Hyoseris scabra* L. ⊙
- ▲● *Silybum Marianum* (L.) Gärtn. ⊙
- ▲△ *Carduus pycnocephalus* L. ⊙

Diese Liste umfasst 35 Arten, davon erreichen nur noch 12 Spezies (34 %) Mitteleuropa; es handelt sich zudem um Pflanzen, die in Mitteleuropa meist nur selten, oft sogar nur ruderal und zudem fast nur in den südlicheren Teilen auftreten.

Zwei Arten sind vorwiegend südlich mediterran (Emex, Picridium tingitanum). Den Grundstock bilden die allgemein verbreiteten Mittelmeerpflanzen, welche in Mitteleuropa ganz fehlen, dagegen z. T. bis weit in Orient verbreitet sind (15 spec. = 43 %), und teilweise längs

der atlantischen Küste bis nach Nordfrankreich, England, Belgien, ja selbst bis nach Norddeutschland vordringen, es sind 20 Arten (ca. 60%); — Arten, die ihr Hauptverbreitungszentrum in Mitteleuropa haben, fehlen fast ganz. In Denia, dessen Breitenlage derjenigen Kalabriens entspricht, hat das mediterrane Florenelement somit auch in der Ruderalflora den vollständigen Sieg davon getragen.

Noch eine andere Veränderung hat sich vollzogen: das Kontingent der Anuellen und Bisanuellen (⊙) hat wiederum stark zugenommen. Von den 35 Arten sind 28 species (80%) ein- oder zweijährig; in Tarragona waren es nur 64%, am Tibidabo nur 58%.

β) Felsenheiden: Vorherrschend ist △*Asphodelus fistulosus* L., doch ist diese Leitpflanze bereits meistens verblüht und am Absterben. Auf der Westseite der Burgruine tritt an einer Stelle unter verwilderten Oliven auch *Asphodelus albus* Mill. massenhaft auf, er steht zurzeit in voller Blüte. Dem dürren Boden entsprossen überall die saftigen, dunkelgrünen Blattbüschel der gemeinen Meerzwiebel (△ *Urginea scilla* Steinh.); △*Ophrys tenthredinifera* W. entfaltet ihre eigentümlichen Blüten und △*Arisarum vulgare* Targ.-Tozz. vegetiert im Schutz des stacheligen *Rhamnus lycioides* L. oder im Granatapfelgebüsch (▲ *Punica granatum* L.). Dazwischen sind zahlreiche einjährige Kräuter, die durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitet sind, angesiedelt, so: △*Silene colorata* Poir., △*Hippocrepis multisiliquosa* L., ▲*Astragalus hamosus* L., △*Trifolium Bocconi* Sav., △*Cynoglossum pictum* Ait., △*Scabiosa maritima* L., auch das Kleinsträuchlein △*Satureia graeca* L. gehört hierher. Den pflanzengeographischen Stempel erhält aber diese Florula durch das Auftreten von vier ausgesprochen südlich-mediterranen Arten. *Alsine procumbens* Frzl., eine Pflanze mit stark verlängertem, dem Boden angeschmiegtem oder aufsteigendem Stengel; sie erinnert sehr an eine Spergula, doch fehlen die häutigen Nebenblätter, dann *Rhamnus lycioides* L. und zwei Lavendel, *Lavandula dentata* L. und *L. multifida* L. Diese Arten sind sogar vorwiegend iberisch-mauritanisch, immerhin wird im Osten dieses Verbreitungsgebiet noch etwas überschritten: *Alsine procumbens* findet sich auch auf Sardinien, Sizilien, im südlichen Italien und, als einzige Stelle in Griechenland, auf Aegina; *Lavandula dentata* ist auch noch auf Malta, Sizilien und am Monte Gargano vorhanden und *L. multifida* hat ihre östlichsten Vorposten in Ostsizilien und im östlichen Kalabrien.

b) Strandflora westlich von Denia.

Die Strandflora ist an der Flachküste westlich von Denia nur sehr dürftig entwickelt. Auf der breiten, zur Ebbezeit trocken ge-

legten Sandzone liegen in grossen Mengen Posidonienkugeln. Gelegentlich wird auch ein ganzes Rhizom der *Posidonia oceanica* (L.) Del. auf den Strand geworfen. Der Tintenfisch *(Octopus vulgaris* Lam.) befestigt mit Vorliebe an diesen Wurzelstöcken seine traubenartigen Eierklumpen, die sich dann wie die Früchte der Pflanze ausnehmen, denn durch ein gallertiges Band werden sie kunstgerecht um das Rhizom gewickelt. ▲*Hypecoum procumbens* L. und △*Lobularia maritima* Desv. sind die einzigen Strandpflanzen. Etwas weiter landeinwärts begleiten einige bereits in Blüte stehenden Sträucher die Uferzone: *Tamarix gallica* L. und *T. africana* Poir., beides westlich mediterrane Arten mit Ostgrenze in Dalmatien und ▲*Lycium vulgare* Dun.

c) Exkursion von Denia zum Cabo de S. Antonio.

Auf dieser Tagestour, die so recht geeignet ist, den Florencharakter des Landes kennen zu lernen, haben wir immer wieder nur zwei Formationen: Felsenheiden und dürftige Garigues angetroffen.

Felsenheiden. Sie besiedeln die felsig-dürren, steinbesäten Hügel. Einige Trümmer eines ehemaligen Kastells oder Mauerreste von Warttürmen und Windmühlen krönen fast jeden dieser Hügel, hin und wieder sind auf denselben auch noch einige anspruchslose, verkrüppelte Ceratonien, welche hier an der Küste immer typische Windformen zeigen, vorhanden (Tafel II Fig. 3). Obwohl erst Ende März, so trägt doch die Vegetation weniger den Charakter einer Frühlingsflora, sie macht eher den Eindruck einer verfrühten und verkümmerten Sommerflora, wohl eine Folge der dieses Jahr fast ganz ausgebliebenen Winterregen. Die vielen kleinen Gewächse, das Auftreten einiger typischen Geröllpflanzen und hauptsächlich die äusserst dünne Bewachsung des Bodens bedingen Vegetationsbilder, die oft beinahe an alpine Verhältnisse erinnern. Doch trotz der überall vorherrschenden Bodenfarbe, trotzdem diese Hügel mit Steinen förmlich übersät sind, welch reiche Flora! Und vergessen wir nicht, der wirkliche Reichtum kann nur zeitlich, nie momentan auf Grund einer noch so sorgfältig durchgeführten Exkursion erfasst werden, denn der Erdboden ist voll ruhender Samen, voll von Zwiebeln und Rhizomen, deren vegetative Tätigkeit noch nicht erwacht ist, und die vielleicht durch die nächsten warmen Regen zu neuem Leben erwachen, um über Nacht dem scheinbar nackten Boden in grösster Menge zu entspriessen.

Es dominieren: ⁽*Brachypodium ramosum* (L.) R. et Sch. (fol.), *Thymus vulgaris* L., ⁽*Rosmarinus officinalis* L. Der Rosmarin

gedeiht hier auf dem Kalk in grösster Menge, doch nur in kleinen verkrüppelten und bereits meist verblühten Exemplaren.

Dazu gesellt sich eine grössere Zahl von Kleinsträuchern die, wenn reichlicher vorhanden und üppiger entwickelt, allmählich zu der typischen Garigue führen: △*Cistus monspeliensis* L., △*Quercus coccifera* L. (fol.), *Ulex australis* Clem., *Chamaerops humilis* L. (fol.), die Zwergpalme spielt jedoch nur eine sehr untergeordnete Rolle und tritt immer nur als kleiner, dem Boden angepresster Strauch auf. △*Daphne gnidium* L. (fol.), *Calycotome spinosa* Lk., dann die beiden Zwergsträuchlein △*Fumana viscida* Spach. und •*Helianthemum appeninum* (L.) Lam.; auch die △*Urginea scilla* Steinh. mit ihren stattlichen, halb aus dem Boden hervorragenden, grossen Zwiebeln und den üppigen Blattbüscheln, das einzig saftige Grün, fehlt nicht. In grosser Menge ist △*Ophrys tenthredinifera* W. vertreten, viel spärlicher dagegen ▲*O. lutea* Cav. Von Filzpflanzen sind uns bereits bekannt *Cynoglossum cheirifolium* L., △*C. pictum* Ait., △*Ajuga iva* Schreb. (fol.), dazu kommt eine neue, vollständig mit einem dichten weiss-wolligen Indument bedeckte Pflanze, die *Mercurialis tomentosa* L. Ferner:

△*Hippocrepis ciliata* Willd.
▲*Ruta chalepensis* L. *v. angustifolia* Pers.
•*Eryngium maritimum* L. (fol.) ?
Gladiolus illyricus Koch.
▲•*Anagallis arvensis* L. *s. spec. coerulea* Schreb.
▲•*Marrubium vulgare* L.
Teucrium pseudochamaepitys L.
△*Salvia verbenaca* L.
▲*Orobanche* Mutelii F. Schz.
△*Echium calycinum* Viv.
Euphorbia serrata L.
▲*Galium parisiense* L. *v. leiocarpum* Tausch.
•*Sherardia arvensis* L.
•*Asperula cynanchica* L.
△*Asteriscus maritimus* Less.
△*Bellis annua* L.
▲*Carduus pycnocephalus* L.
Centaurea pullata L.

Pflanzengeographisch sind nun aber noch die folgenden Arten von besonderer Bedeutung: *α*) iberisch-mauritanisch: *Rhamnus lycioides* L., *Lavandula dentata* L., *Polygala rupestris* Pourr., *Teucrium pseudochamaepitys.* L., *Centaurea pullata* L., letztere drei Pflanzen erreichen auch noch Südfrankreich, sind daselbst aber selten; *β*) südlich-mediterran ist der sparrige, 1—2′ hohe, dornigstechende Büsche bildende *Asparagus horridus* L.; *γ*) makroiberisch, Pflanzen, deren Hauptverbreitungszentrum auf der iberischen Halbinsel zu suchen und die von da nach dem mediterranen, beziehungsweise atlantischen Frankreich ausstrahlen: *Phlomis lychnitis* L., eine stattliche, wirklich dekorative wollig-filzige Pflanze mit grossen, leuchtend gelben Blüten, erreicht ihre Nordgrenze nordwestlich von

Toulon. *Arenaria montana* L. geht besonders längs der französischen Westküste bis nach le Mans und Paris, sie findet sich auch wieder, jedoch selten, im Departement Hérault. *Ulex australis* Clem., *Mercurialis tomentosa* L. δ) westlich-mediterran: *Linum narbonense* L., *Chamaerops humilis* L. ε) mikro-iberisch: *Biscutella stenophylla* Duff. tritt nur im Gebiet der Provinz Valencia auf. Mit den nördlicheren Felsenheiden verglichen, ergibt sich somit eine ganz bedeutende Bereicherung an südlich- und westlich-mediterranen sowie an iberischen Pflanzen.

Wir verlassen das eigentliche Hügelland und steigen auf das Kalkplateau (ca. 120 m), das in der Fortsetzung des Monte Mongo liegt und sich bis zum Cabo de S. Antonio hinzieht. Die Bebauung des Bodens nimmt sofort stark ab. Die kleinen Caserios, jeweilen von Opuntienhecken (*Opuntia Ficus indica* Mill.) umgeben, liegen weit voneinander: Feigenbäume, knorrige, hin und her gebogene Ceratonien, das jugendliche, rötliche Blattwerk des Granatapfelbaumes und, als einziges frisches Grün, wohl auch noch einige Mandelbäume, verraten schon aus der Ferne diese primitiven Ansiedelungen; auf der mit dürren Garigues bestandenen Hochfläche sind es die einzigen Kulturträger. Diese kleinen Häuschen sind bald ohne jeglichen Verputz, bald wieder blendend geweisselt; in ihrer nächsten Nähe findet sich stets eine Cisterne, in die zur Regenzeit jeder Tropfen Regen sorgfältig geführt wird. Kleinere Rebenparzellen oder gar ein armseliges Getreideäckerchen werden gelegentlich auch noch um dieselben angelegt. Etwas besser scheinen Saatlinsen (*Ervum lens* L.), Saubohnen (*Vicia faba* L.) oder die Würfelerbse (*Vicia ervilia* [L.] Willd.) zu gedeihen. Hin und wieder, besonders in der Nähe des Meeres, sahen wir Posidonienblätter als Dünger verwendet; vereinzelt bemerkt man auch noch einige Agaven, welche zur Gewinnung der Agavefasern angepflanzt wurden. Bei der Urbarmachung dieser kleinen Kulturzentren musste der Boden zuerst von den massenhaft herumliegenden Steinen gesäubert werden, dieselben werden jeweilen zu breiten Steinhaufen, richtiger gesagt Steinwällen, aufgehäuft, welche nun die natürlichen Schutzmauern des Kulturlandes bilden. Diese sogen. „talayots" sind oft von so gewaltigen Dimensionen, dass sie für paläolithische Monumente erklärt wurden, so z. B. im südlichen Teil von Mallorca. Arteffakten sind darin jedoch noch nie gefunden worden; heute noch kann man ihre Entstehung und ihren Ausbau verfolgen.

Die Hochfläche ist eine Karstlandschaft, welche stellenweise starke Neigung zur Karrenbildung zeigt. Sie ist fast ausschliesslich mit einförmigen, niederen Garigues besetzt. Wenn *Thymus cul-*

garis L. und andere Labiaten vorherrschend werden, so treten die noch einförmigeren Tomillares, die sich meistens nur aus wenigen Arten zusammensetzen, an ihre Stelle.

A. Leitpflanzen (6):

△ *Brachypodium ramosum* (L.), R. et Sch. zwischen Steinen und Gebüsch, aus den durchlöcherten Kalkblöcken überall hervorragend.

Chamaerops humilis L., sehr viel.

Erica multiflora L., sehr reichlich, tragen noch die verblühten, abgedorrten Blütenstände.

Ulex australis Clem., reichlich (fl.); fr.

Thymus vulgaris L., stellenweise sehr häufig.

△ *Rosmarinus officinalis* L., reichlich (fl.).

B. Charakterpflanzen (23).

Asparagus horridus L.

△ *Smilax aspera* L.

△ *Juniperus oxycedrus* L.

△ *Quercus coccifera* L.

△ *Pistacia lentiscus* L., spärlich.

△ *Daphne gnidium* L.

Rhamnus lycioides L., spalierartig dem felsigen Boden angepresst.

Cneorum tricoccum L. (fol.).

▲ *Olea europaea* L., *v. oleaster* DC.

Fumana laevipes Spach.

Helianthemum marifolium (Cav.) DC.

▲● *Rubus amoenus* Port.

Dorycnium suffructicosum Vill.

△ *Cistus monspeliensis* L.(fl.)

△ „ *albidus* L., beginnt zu blühen.

Cistus Clusii Dun.

Teucrium marum L.

▲ „ *polium* L.

△ *Satureia graeca* L., *v. micrantha* (Brot.) Briq. (1895).

Lavandula dentata L.

△ *Globularia alypum* L.

△ *Rubia peregrina* L., überzieht mit Vorliebe die talayots.

Helichrysum stoechas DC.

C. Begleitpflanzen (31).

Machrochloa tenacissima Kth. (fl.), spärlich.

▲ *Andropogon pubescens* Vis.

△ *Melica minuta* L.

△ *Ophrys tenthredinifera* W.

△ *Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.

△ *Urginea scilla* Steinh. (fol.)

△ *Gynandriris sisyrinchium* Parl.

Viola arborescens L.

Polygala rupestris Pourr.

Silene colorata Poir.

Biscutella stenophylla Duff.

Lotus creticus L.

△ *Scorpiurus subvillosa* L.

Argyrolobium Linnaeanum Walp.

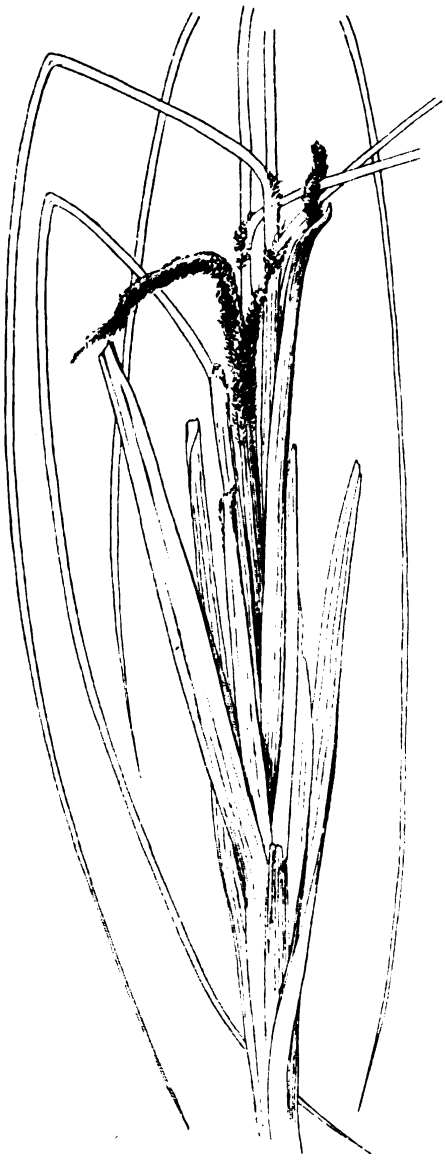


Fig. 2. *Macrochloa tenacissima* Kth. (Orig.). Grundständige Blätter mit der straussenfederartigen $2^1/_2$ bis 4 cm langen Ligula. Natural. Grösse.

▲ *Trifolium stellatum* L.
△ *Anthyllis vulneraria* L. *v. rubriflora* Ser.
△ *Eryngium campestre* L. (fol.)
△ *Sedum altissimum* Poir. (fol.)
Linum narbonense L.
Plantago cynops L.
△ *Cynoglossum pictum* Ait.
Lithospermum fruticosum L., ein kleines, dem Boden spalierartig angepresstes Sträuchlein, mit lebhaft tief blauen Blüten.
▲● *Marrubium vulgare* L.
△ *Satureia graeca* L., *v. micrantha* (Brot.) Briq. (1895).
Ceratocalyx macrolepis Coss. auf *Cistus Clusii* Dun.
△ *Galium saccharatum* All.
▲ *Vaillantia hispida* L.
△ *Evax pymaea* (L.) Pers.
△ *Asteriscus maritimus* Less.
△ *Galactites tomentosa* Mch.
▲ *Urospermum picroides* Desf.

Auch unter dieser Liste finden sich wieder einige weitere Arten von vorwiegend westlich- und südlich-mediterraner oder von iberischer Verbreitung.

α) Westlich-mediterrane Arten: *Teucrium marum* L. bis Korsika-Sardinien. — *Argyrolobium Linnaeanum* Walp. mit Ostgrenze in Dalmatien-Kroatien. *Plantago cynops* L. geht im Mittelmeergebiet östlich bis nach Italien. *Lotus creticus* bis Sizilien, die Angabe auf Kreta ist fraglich; *Cneorum tricoccum* L. bis Norditalien und Sardinien; *Dorycnium suffruticosum* Vill. bis Ligurien, Korsika-Sardinien.

β) Südlich-mediterran: *Vaillantia hispida* L. Von Südspanien und Nordafrika nach Kalabrien, Südgriechenland bis nach

Persien und *Gynandriris sisyrinchium* Parl. von Südspanien bis Griechenland, mit einem sehr vorgeschobenen Posten in Ligurien.

γ) Iberisch-mauritanisch: Zum erstenmal begegnet uns, allerdings nur spärlich, das Halfagras (*Macrochloa tenacissima* Kth.), jenes bis über mannshohe, äusserst xerophytische Steppengras mit den langen harten, eingerollten Blättern. Die grundständigen Blätter sind ferner durch eine gewaltig entwickelte, bis 40 mm lange, straussenfederartige Ligula ausgezeichnet (Textfigur 2). Die Halme werden über 2 m hoch und endigen in einer stattlichen langbegrannten Blütenrispe; die bis 7 cm langen Grannen sind gekniet, der untere Teil abstehend seidig behaart, der distale, etwa 4 1/2 cm lange abgebogene Abschnitt ist dagegen kahl. Das Gras tritt immer büschelartig auf; es ist die Leitpflanze der Halfasteppe, welche in Nordafrika von Marokko bis Tunesien, besonders auf den Hochflächen der Schotts und in Süd- und Zentralspanien gewaltige Gebiete in Anspruch nimmt. Auch in Südportugal und in der Litoralsteppe von Murcia und Alicante sind diese Grassteppen einst allgemein verbreitet gewesen, jetzt aber durch die fortschreitende Kultur vielfach zurückgedrängt.

δ) Makroiberisch: *Viola arborescens* L., jedoch in Südfrankreich selten. *Helianthemum marifolium* (Cav.), DC., *v. tomentosum* Wk., in Südfrankreich bei Marseille und Arles. *Lithospermum fruticosum* L. in Südfrankreich bis Marseille. — An den Felsen beim Cabo S. Antonio fanden sich endlich noch: *Ephedra fragilis* Desf., ein südlich-mediterranes bis über 2 m hohes Rutengewächs mit gegliedertem, sehr brüchigem Stengel; die *Lavatera maritima* Gouan, ein westmediterraner Kleinstrauch, der sich mit besonderer Vorliebe an Strandfelsen ansiedelt. Zwischen Steinen und Felsen hat sich wieder massenhaft die *Arenaria montana* L. angesiedelt, auch das zarte gelblich-grün blühende *Galium parisiense* L. fehlt nicht, dazu gesellen sich die dichten glauken Büschel von *Dianthus lusitanicus* Brot. fr. (fol.) und endlich eine ganz kleine Linaria mit sukkulenten Blättchen und sackartigem Sporn (*Linaria origanifolia* [L.] DC.), deren Verbreitungsareal sich von Aragonien bis in die Sierra Nevada erstreckt, aber nirgends über die iberische Halbinsel hinausgeht.

Auf dem Kalkplateau des Cabo S. Antonio erheben sich noch ganz vereinzelte Aleppoföhren (*Pinus halepensis* Mill.); sie zeigen alle ein krüppelhaftes Aussehen. Die Krone ist von den heftigen Seewinden ganz zerzaust, das Nadelwerk meist stark von Prozessionsraupen befallen und zudem das Geäst oft noch von den Ziegenhirten elend verstümmelt, — es sind die einzigen kümmerlichen Vertreter des Baumwuchses.

d) Flora der Schuttplätze und Wegborde der Umgebung von Denia.

△ *Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.
▲● *Fumaria parviflora* Lam.
● *Glaucium flavum* Crantz
▲● *Stellaria media* (L.) Cirillo
● *Sedum dasyphyllum* L.
Medicago truncatula Gaertn. v. *longeaculeata* Urb.
▲ *Mesembryanthemum nodiflorum* L.
▲● *Scandix pecten veneris* L.
▲ *Plantago lagopus* L.
▲ *Plantago maritima* L. (vorwiegend atlantisch).
▲ *Verbascum sinuatum* L.
▲● *Lamium amplexicaule* L.
▲ *Vaillantia hispida* L., südmediterran.
● *Anthemis cotula* L.
▲ *Calendula arvensis* L.
Centaurea aspera L., westmediterran.
△ *Cynara cardunculus* L.

8. Der Monte Mongo.

23. III. 1905.

Der Monte Mongo erhebt sich im Süden von Denia zu einer Höhe von nur 761 m, es ist ein wildes Kalkriff (obere Kreide), welches sich fast unvermittelt aus dem weinbepflanzten Hügelland erhebt. Die senkrecht abstürzenden Felswände erinnern einigermassen an den Salève bei Genf oder an den Südabfall der Curfirsten gegen den Walensee. Trotz der geringen Erhebung erforderte die Besteigung einen ganzen vollen Tag und wir mussten schliesslich froh sein, noch vor völliger Dunkelheit das Felsenrevier des Berges verlassen zu können. Welch abscheulicher Berg, dieser Mongo! Kein Baum gibt Schatten; am ganzen Berg, in einer abgelegenen Felsenhöhle eine einzige Quelle, um deretwillen uns der Führer zu einem gewaltigen Umweg veranlasste. Nicht einmal ein Saumpfad führt auf den Gipfel, unser Weg geht über Stein und Geröll, an senkrechten Felswänden vorbei und der intensivsten Insolation ausgesetzt, auf das Gipfelplateau Dasselbe ist ganz verkarstet (Taf. II Fig. 3), der Kalk von unzähligen, tief einschneidenden Rinnen durchzogen; glücklich schätzen wir uns, wenn zwischen den Rinnen noch mehr oder weniger zusammenhängende Felsplatten erhalten geblieben sind, aber zur Qual wird die Wanderung, wenn die Rinnen dicht gedrängt verlaufen und nur messerscharfe Rippen und Leisten zwischen sich lassen. Alle Sinne sind auf das äusserste angestrengt, es ist ein kontinuierlicher Kampf um das Gleichgewicht. Die erhitzte Luft ist in zitternder Bewegung, halb betäubt strebt man dem nächsten Vorsprung zu, in der Hoffnung, nun endlich am Ziele zu sein, doch es ist wiederum nur eine Täuschung, denn vor uns liegt ein tiefer Einschnitt und dann folgt ein neuer

Gipfel. Wird es wohl der letzte sein? Wir haben schliesslich das grausame Spiel aufgegeben, ohne den vordersten Gipfel erreicht zu haben.

Auch der Florencharakter des Mongo zeigt dasselbe Bild trostlosester Dürre und Monotonie, ein allgemeiner Charakterzug beinahe aller ost- und südspanischen Sierren. Der Monte Mongo ist ein ausgesprochener „Geisberg", bedeckt mit dürftigen Garigues oder stellenweise auch mit Felsenheiden. Da aber die umliegenden Ortschaften ihre Ziegen und Schafe auf dem Berge weiden lassen, so sind alle Pflanzen verstümmelt und verfressen. Trotzdem gewährt die Flora durch ihre vielen seltenen Arten und das Vorkommen einiger Endemismen ein ganz besonderes Interesse. Dies gilt allerdings fast nur von der Felsflora, wie sie besonders schön in der Umgebung der Mongoquelle entwickelt ist.

A. Flora von Denia bis zur Mongoquelle.

Diese Strecke liegt beinahe ganz in der Region der Rebe; eingestreut sind hin und wieder einzelne, bereits ziemlich belaubte Feigenbäume. Sobald der eigentliche Aufstieg beginnt, löst sich die Rebkultur in einzelne Parzellen auf, zwischen diesen Rebterrassen erscheint die Felsenheide.

a) Acker- und Ruderalflora (Wegränder).

▲ *Lamarckia aurea* Mönch.
Carex divulsa Huds.
Euphorbia characias L.
Mercurialis tomentosa L.
△ *Echium calycinum* Viv.
▲● *Senecio vulgaris* L. *f. villosus* f. Rikli nov.
Centaurea pullata L.
▲ *Sonchus tenerrimus* L.
Hyoseris scabra L.

b) Felsenheide.

Brachypodium ramosum (L.) R. et S., vorherrschend.
Chamaerops humilis L.
● *Orchis morio* L.
Quercus coccifera L.
Rhamnus lycioides L.
Polygala rupestris Pourr.
Arenaria montana L.
▲ *Psoralea bituminosa* L.
Ranunculus gramineus L., westmediterran.
Cynoglossum cheirifolium L.
Convolvulus lanuginosus Desr., *v. sericeus* Boiss., makroiberisch.
Phlomis lychnitis L.
Thymus vulgaris L. (oft Leitpflanze).
Lavandula dentata L.
„ *multifida* L.
Helichrysum stoechas DC.

B. Flora der Felsabstürze des Monte Mongo (ca. 350 m).

(Von der Mongoquelle bis zum Kamin.)

a) Felsflora. *Poterium ancistroides* Desf. Die kräftigen, stark verholzten Pfahlwurzeln dieser Pflanze sitzen tief in den Felsritzen und tragen grosse, bis 20 cm im Durchmesser erreichende kompakte, mehr oder weniger kugelige Polster. Die fünf- bis siebenpaarig gefiederten Blätter besitzen kleine rundliche, vorn gleichmässig eingeschnitten-gezähnelte Blättchen; später fallen die Fiederblättchen ab, die alten Blattspindeln bleiben aber noch lange als schützende Hülle. stehen. Die Fruchtstiele krümmen sich beim Verblühen ganz wie bei unserer *Linaria cymbalaria* (L.) Mill., negativ heliotropisch gegen die Felswand. Im Wurzelort stimmt, wie Max Oettli gezeigt hat (20), dieses an den scheinbar nahezu spaltenlosen, senkrechten oder selbst überhängenden Felsen auftretende Poterium ganz mit unserer *Potentilla caulescens* L. überein. Die Pflanze gehört dem iberisch-mauritanischen Florenbestandteil an. In Oran findet sie sich mehrfach, dagegen ist sie in Spanien nur von der Sierra de Gador und aus der Provinz Valencia bekannt.

Diplotaxis brassicoides Rouy v. *maritima Rouy* in Willkomm Illustrationes florae Hispaniae insularumque balearicum T. I (1881—85) t. LXXXV. Text p. 141. Durch Süd- (Sierra Nevada) und Südostspanien verbreitet, die var. maritima Rouy nur am Mongo und an Strandfelsen bei Denia. *Biscutella montana* Cav. gehört zum Formenkreis unserer Biscutella laevigata L., unterscheidet sich aber sofort durch die breiteren, dichtwollig-zottig behaarten Blätter, das Verbreitungsareal dieser schönen Pflanze ist sehr beschränkt, denn sie findet sich nur auf einigen Sierren von Valencia bis Granada.

Hippocrepis valentina Boiss. ist ein eigentlicher Felsenstrauch. An der Mongoquelle hat er sich in Felsspalten angesiedelt, er entwickelt lange, graziös herabhängende, an den Enden wieder etwas aufsteigende Äste und ist über und über mit goldgelben Blüten bedeckt. Diese Art besitzt im Süden der Provinz Valencia eine sehr lokale Verbreitung; nahe verwandt ist die auf den Balearen (Mallorca) endemische *Hippocrepis balearica* Wulf.

Scabiosa saxatilis Cav. (fol.) hat grosse, wollig-filzige Blattrosetten, welche dicht gedrängt aus einer verholzten Grundachse entspringen und so auch eigentliche Polster bilden. Die elliptisch-lanzettlichen Blätter sind ganzrandig. Prächtig muss der Anblick dieser Pflanze zur Blütezeit sein, wenn sich auf dem fusshohen Stengel die grossen blendend weissen Blütenköpfe erheben. Auch diese Art ist wiederum ein montaner Endemismus der Provinz Valencia.

Hymenostemma Fontanesii Wk. = Chrysanthemum setabense Duf. = Leucanthemum glabrum Boiss. et Reut., eine kleine, kahle, einjährige Mararethenblume mit etwas sukkulenten, spatelig, grob eingeschnitten gezähnten Blättern. Das Hauptverbreitungszentrum von H. Fontanesii Wk. liegt in den Atlasländern, wo die ausserordentlich vielgestaltige Pflanze von der Küste bis in die Bergregion sehr verbreitet ist. Die Art zerfällt in eine grössere Anzahl von Varietäten, die z. T. eine recht beschränkte Verbreitung aufweisen. In Spanien ist diese Pflanze nur südlich von Valencia vertreten und zwar in Murcia und Granada einzig in der *var. murcicum* Gay, einer Abart mit tief zerschlitzten Blättern.

Dianthus lusitanicus Brot. (fr.) fol.

Lavatera maritima Gouan, westlich-mediterran; *Rhamnus lycioides* L., spärlich. *Rh. alaternus* L. versum v. balearicus Wk., Annäherungsform mit dem Boden angepressten Zweigen und kleineren, schwach gezähnelten Blättern; ▲●*Hedera helix* L. (fol.), überzieht ganze Felspartien und zeigt in der Ausbildung der Blätter eine grosse Vielgestaltigkeit; ●*Crataegus monogyna* Jacq. und, auf vorspringenden Felsen, jedoch immer spärlich: ▲*Ficus carica* L. (fol.).

Von Gefässkryptogamen: △*Selaginella denticulata* Spring., ▲●*Asplenum trichomanes* L., ▲●*A. adiantum nigrum* L.; feuchte, überhängende Felsen bedeckt das Venushaar (●*Adiantum capillus veneris* L.) und an heissen Stellen wuchert der xerophytische ▲●*Asplenum ceterach* L. Stellenweise sind die Felswände von *Thamnolia vermicularis* Ach., einer grauweisslichen, lange, wurmartige Thallome bildenden Flechte ganz überzogen, und dazwischen zieht eine Cyanophycee breite schwarze Tintenstriche.

b) Garigues. — Unter dem sich in einer Höhe von 200—250 m über ca. 2 km hinziehenden Felsband breitet sich eine dürftige Garigue aus:

Chamaerops humilis L., vorherrschend (fol.).

Erica multiflora L. (fr.) fol., reichlich und zuweilen auch als Felspflanze auftretend.

△*Cistus albidus* L. (fl.) fol.

„ *Clusii* Dun., reichlich.

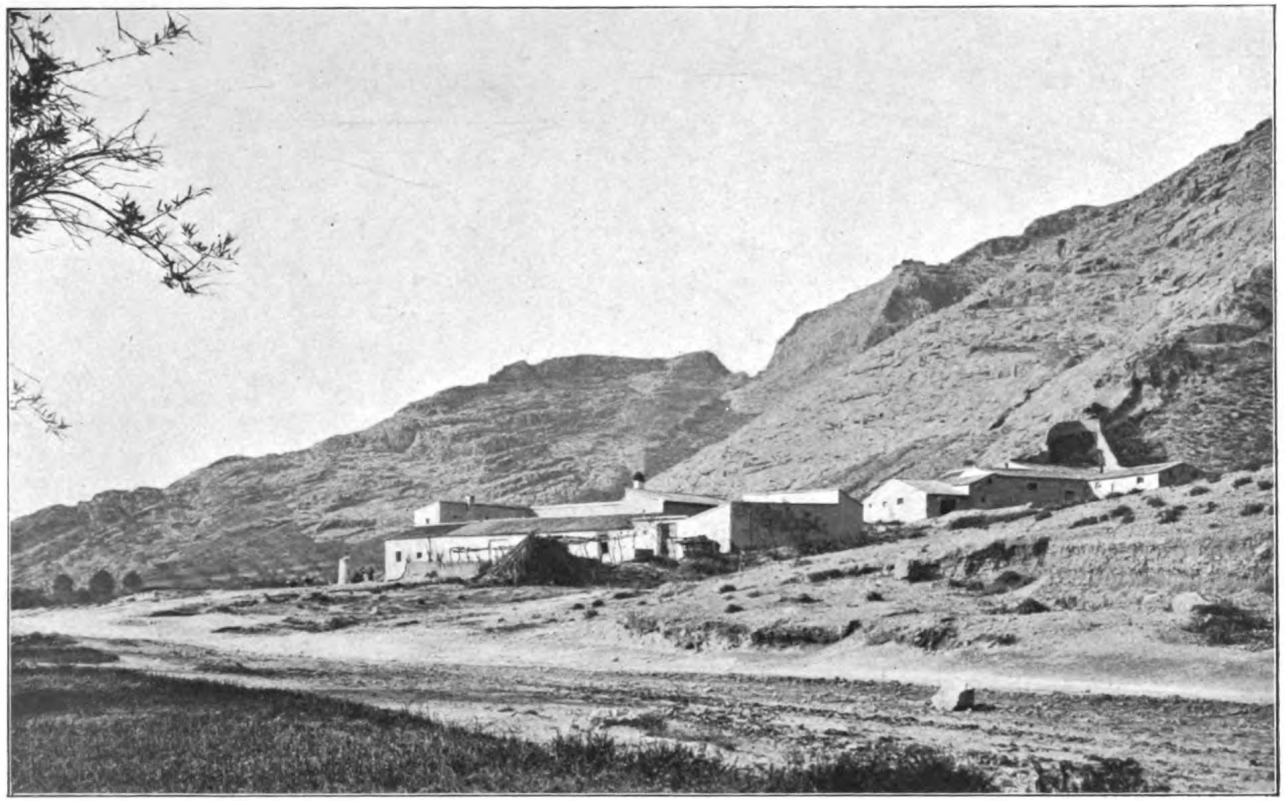
△*Rosmarinus officinalis* L., reichlich.

△*Juniperus oxycedrus* L., spärlich.

Ephedra fragilis Desf.

△*Pinus halepensis* Mill.

Die Aleppoföhre ist nur spärlich, meist in niederen, vom Schmalvieh verbissenen Büschen vertreten; vereinzelt finden sich hin und wieder auch kleine verkrüppelte Bäumchen. Dazu gesellen sich nun noch einige klimmende und schlingende Pflanzen, die sich ge-



Phot.: P. Bohny.

Fig. 9. Posada im Steppengebiet des Rio dulce bei Orihuela.

Blick nach Westen (pag. 77 und 137).

legentlich auch in grosser Menge auf den Felsköpfen ansiedeln: △*Smilax aspera* L., in einer Form, deren Blätter auffallend verlängert (Spreite bis 5,2 cm lang und nur 6 bis 8 mm breit), schmallänglich-lanzett und weisslich gefleckt sind, ferner △*Asparagus acutifolius* L., △*Rubia peregrina* L., △*Lonicera implexa* Ait., auch △*Rosa sempervirens* L. fehlt nicht ganz, häufiger nistet sich dagegen zwischen den Felsblöcken ▲●*Rubus amoenus* Port. ein.

Zwischen diesem Gesträuch und Gebüsch treten die Blattbüschel der △*Urginea scilla* Steinh., sowie △*Arum italicum* Mill. und *Asphodelus albus* Mill. auf. Von den dicotyledonen Stauden und Kräutern sind vorhanden: ▲*Teucrium polium* L. (fol.), der sukkulente △*Umbilicus pendulinus* DC. (fol.) mit seinen schildförmigen Blättern ist sehr häufig; ferner *Linum narbonense* L., △*Silene colorata* Poir., *Arenaria montana* L., ▲*Ruta chalepensis* L. *v. angustifolia* (Pers.) Wk., dazwischen sprosst das zarte *Thalictrum tuberosum* L., auch wieder eine makroiberische Art und das nicht weniger zierliche *Conopodium majus* (Gouan) Loret hervor.

C. Das verkarstete Gipfelplateau des Mongo (600 bis 761 m).

Ende März ist die Vegetation auf dem verkarsteten Gipfelplateau des Mongo noch sehr zurück, Die langandauernde Trockenperiode hat wesentlich dazu beigetragen, die Entwicklung der Pflanzenwelt zu verzögern. So ist uns wohl mancher interessante Vertreter der reichen Flora des Mongo entgangen; viele Pflanzen haben wir auch nur im vegetativen Zustande gesammelt, so dass die Bestimmung mit viel Schwierigkeit verbunden war und leider nicht immer zu der wünschenswerten Sicherheit führen konnte.

α) Nordseite. *Rhamnus alaternus* L. versus var. *balearicus* Willk., Äste spalierartig, dicht dem Boden angepresst.

Ulex australis Clem.(fr.)reichlich.
Erica multiflora L. (fr.)
Daphne gnidium L. (fol.) reichlich.
Thymus vulgaris L.
▲ *Teucrium polium* L. (fol.)
△ *Pistacia lentiscus* L., spärlich.
Calycotome spinosa Lk., spärlich.
△ *Asparagus acutifolius* L. (fol.)
▲● *Ruscus aculeatus* L. (fr.)

△*Smilax aspera* L. bedeckt besonders an den typischen Karrenstellen in grösster Menge das Kalkplateau und zwar in einer höchst eigentümlichen Ausbildung (*var. balearica* Wk.[1]), wie ich sie auch massenhaft auf der Atalaya de Albercuitx gegen das Kap Formentor,

[1]) Hartwich, C. Über *Smilax aspera* (mit zahlreichen Abbildungen). Schweiz. Wochenschrift für Chemie u. Pharmazie. 1907. No. 10.

an der Nordostküste Mallorcas, angetroffen habe. Die Pflanze klettert nicht mehr, sie wird nur etwa 1 Fuss hoch, die Blätter sind grösstenteils abgeworfen und die eigentümlich hin und her gebogenen, starren und stacheligen Verzweigungen ineinander verflochten (34), — ein Scrub en miniature.

▲● *Hedera helix* L. (fol.) überzieht öfters die Nordseite der Felsen.

Dazu gesellen sich nun noch eine Reihe Gräser, Stauden und Kräuter. △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., die häufigste Art, mit der Smilax überall massenhaft, zwischen und aus den durchlöcherten Kalkblöcken, hervortretend.

Biscutella laevigata L. *var* . . . eine Mikroform der sehr vielgestaltigen Art, weil ohne Frucht nicht näher bestimmbar; gleicht der *B. pyrenaica* Huet.

●*Hutchinsia petraea* (L.) R.Br. (fr.)

△*Sedum altissimum* Poir. (fol.)

●*Sedum dasyphyllum* L.

▲●*Anagallis arvensis* L., *s. sp. coerulea* Schreb.

▲*Galium saccharatum* All.

Helichrysum stoechas DC.

Helichrysum decumbens Camb., von vorwiegend makroiberischer Verbreitung.

Eine besondere Zierde sind die sehr reichlich vorhandenen und im schönsten Flor stehenden Jonquillen (*Narcissus serotinus* L.) und die hin und wieder aus der trostlosen Umgebung emporragenden zierlichen Glocken der *Fritillaria messanensis* Raf., beides vorwiegend südlich mediterrane Arten. Die Felsblöcke selbst sind endlich mit *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. und *Tortella squarrosa* (Brid.) Limp. besetzt. Das letztere Moos ist im Mittelmeergebiet allgemein verbreitet und tritt oft sogar in grösster Menge auf, neuerdings wurde dasselbe auch in der Schweiz bei Bex nachgewiesen; eine der nördlichsten Stationen dieses südlichen Mooses ist die Garides des Kaiserstuhls bei Freiburg im Grossherzogtum Baden.

Nur um und an den Felsen des Grates und zwar einzig auf deren Nordseite wachsen folgende Arten: ▲●*Buxus sempervirens* L., △*Juniperus phoenicea* L.; *Bupleurum spinosum* Gouan bildet kleine, stachelige Sträuchlein, welche noch die vorjährigen Infloreszenzen tragen; *Phlomis lychnitis* L. hat hier oben noch keine Blütentriebe entwickelt, die filzigen länglich-ovalen, in den Blattstiel verschmälerten, grundständigen Blätter entsprossen da und dort dem steinigen Boden; auch das *Poterium ancistroides* Desf. (fl.) findet sich am Gipfelgrat; endlich haben sich zwischen den Felsritzen noch zwei seltene, entoiberische Linarien: *Linaria origanifolia* (L.) DC. und die gelbblühende *Linaria Haenseleri* Boiss. et Reut. angesiedelt.

β) Südseite. Vorherrschend sind: △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S. und *Chamaerops humilis* L., auch △*Quercus coccifera* L. spielt stellenweise eine führende Rolle. Reichlich vertreten, ohne jedoch Leitpflanzen zu sein, sind: *Asparagus horridus* L., △*Cistus albidus* L., *Helianthemum marifolium* (Cav.) DC., *Lavandula dentata* L., ▲*Teucrium polium* L. und *Ranunculus gramineus* L. *var. luzulaefolius* Boiss. Nur vereinzelt treten auf: △*Urginea scilla* Steinh., △*Arisarum vulgare* Targg.-Tozz., ▲●*Tamus communis* L., △*Ophrys tenthredinifera* W. und endlich *Arenaria montana* L.

Von einer regionalen Gliederung der Flora des Monte Mongo kann, wie diese Pflanzenlisten zeigen, kaum gesprochen werden. Wohl haben wir auf dem Grat einige Arten angetroffen, die wir in der unteren Region des Berges nicht beobachtet haben: *Fritillaria messanensis* Raf., ▲●*Buxus sempervirens* L., △*Juniperus phoenicea* L., die beiden *Linarien* usw. Mehrere dieser Arten haben wir jedoch in Ostspanien wiederholt auch in der eigentlichen Kulturregion angetroffen. Die wenigen übrigen Arten können ebenfalls kaum als montane Pflanzen gelten, zudem treten sie auch nicht in solchen Mengen auf, dass sie den Gesamtcharakter der Flora des Gipfelplateaus in erheblicher Weise beeinflussen. Dasselbe gilt für die beiden verschiedenen Expositionen des Berges. Auf beiden Seiten dominiert △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., auf der Nordseite gesellt sich hauptsächlich △*Smilax aspera* L. und △*Daphne gnidium* L. dazu, auf der Südseite sind es in erster Linie *Chamaerops humilis* L. und △*Quercus coccifera* L., alles Pflanzen, die wir erst gestern am Meere zwischen Denia und dem Cabo de S. Antonio gesammelt haben. Da zudem der ganze Mongo aus Kalk besteht, so gewährt auch die geognostische Unterlage keine Möglichkeit einer Abwechslung in der Zusammensetzung der Flora. Verschiedenheiten gestattet einzig der Wechsel der Standortsverhältnisse: Anstehender Fels, Geröllhalden, trockene Karfluren, steinige, flachgründige Abhänge. Da aber diese Standortsbedingungen stets wiederkehren, so bleibt sich auch der Vegetationscharakter gleich. Grösste Monotonie ist daher das Wahrzeichen der Flora des Mongo.

9. Benisa und Umgebung.

25. III. 1905.

Benisa liegt im Bergland der Halbinsel von Alcoy, etwa drei bis vier Wegstunden von der Küste, gegen die sich Hügel an Hügel hinzieht. Auch Benisa ist wiederum von Kulturgelände umgeben. Der Weinbau, wie in Denia hauptsächlich für den Rosinen-

export bestimmt, bildet die Haupterwerbsquelle der Bevölkerung. Es ist wirklich bewunderungswürdig, mit wie viel Fleiss und Ausdauer dieselbe den steinigen und ausgetrockneten Boden bebaut. Die ganze Landschaft ist terrassiert, nur wenige Stellen sind der ursprünglichen Pflanzenwelt erhalten geblieben; es ist um Benisa hauptsächlich die Felsenheide, wohl weil der Anbau dieser unproduktivsten Stellen zuletzt in Angriff genommen wird. In grösserer Entfernung vom Ort, am Weg zum kleinen Hafenstädtchen Calpe, sind jedoch auch noch typische Garigues und dürftige Monte bajo vorhanden.

Da zur Zeit unserer Anwesenheit in Benisa die Weinreben ihr Laub noch nicht entfaltet hatten, überwog überall die Erdfarbe. So ist denn das Bergland von Benisa ausserordentlich kahl, beinahe von afrikanischem Gepräge. Die Berge sind noch kahler, sie nehmen vielfach den Charakter eigentlicher Felswüsten an. In diese Landschaft passt ganz vorzüglich das düstere Benisa, dessen Häuser mit flachen Dächern aus Rinnenziegeln bedeckt und deren Mauern meist ohne jeglichen Verputz sind. Der Ort erinnert so lebhaft an Bilder, wie man sie etwa aus den wilden Bergen Albaniens zu sehen bekommt. Die Bevölkerung lebt ausserordentlich dicht zusammengedrängt, — eine Erinnerung an frühere unsichere Zeiten. Reizvoller muss diese Landschaft sein, wenn wenigstens das Kulturland bis zur Küste belaubt ist und alle Hügel mit anmutig erfrischendem Grün bedeckt sind; doch von langer Dauer wird diese Herrlichkeit nicht sein.

Die nähere Umgebung von Benisa besteht aus dürren, lehmigen Kalkhügeln, in welche Gewitterregen tiefe Erosionsfurchen, ja z. T. förmliche Schluchten gezogen haben. An diesen beständig in Bewegung befindlichen Abhängen sind noch in sehr lückenhaften, offenen Formationen die letzten Überreste der ursprünglichen Pflanzenwelt erhalten geblieben. Neben Felsenheiden finden sich auch noch einige licht bestockte *Pinus halepensis*-Wäldchen mit macchienartigem Unterholz, jedoch beinahe nur an den Nordhängen kleiner Erosionsschluchten. Neben dem stadtähnlichen Benisa sind über das ganze weite Land nur noch einzelne Häuser zerstreut. Auch diese Caserios liegen meistens am Abhang einer Erosionsfurche, sie sind umgeben von *Agaven-* und *Opuntia Ficus indica*-Hecken und werden fast stets von einigen knorrigen Ceratonien beschattet. Ein kleiner Obstgarten mit einigen Citronen- und Orangenbäumen, mit einzelnen Granatapfelbäumen und japanesischen Misteln (*Mespilus japonica* Thunb.) liegt innerhalb der Umzäunung; gelegentlich sind sogar noch einige Birnbäume angepflanzt, ein Äckerchen mit Saubohnen fehlt wohl nie.

a) △*Pinus halepensis*-Wäldchen mit macchienartigem Unterholz, südlich von Benisa, am Abhang einer kleineren Erosionsschlucht. Exposition Ost. Das Unterholz besteht aus:

α) Hauptbestandteile: △*Quercus coccifera* L. (fol.), △*Rosmarinus officinalis* L. (fl.) fr., *Ulex australis* Clem. und ▲*Cistus salvifolius* L. (fl.).

β) Charakterpflanzen: *Calycotome spinosa* Lk., △*C. villosa* Lk., ●*Crataegus monogyna* Jacq., ●*Corylus avellana* L., △*Globularia alypum* L. (fl.) fr., *Erica multiflora* L. (fr.), *Thymus vulgaris* L., *Rhamnus alaternus* L. versus var. *balearicus* Wk. und subspontan ein Exemplar von *Opuntia Ficus indica* Mill., sowie einige verwilderte Granatapfelbäumchen.

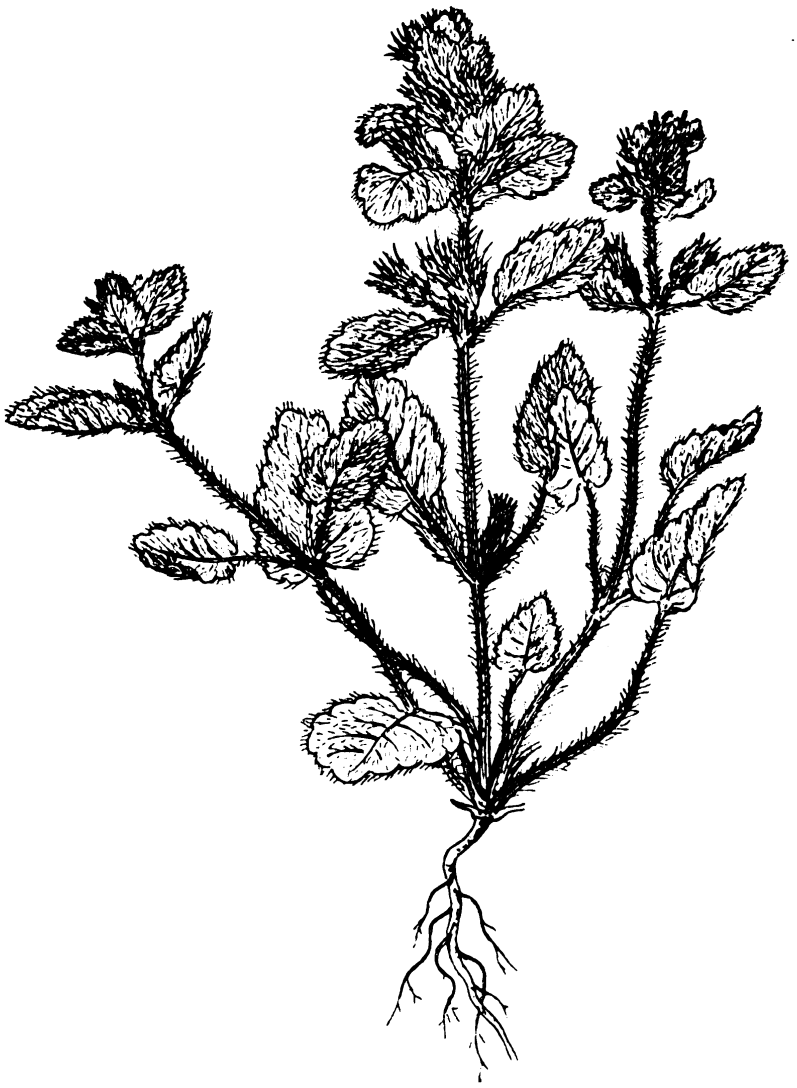
γ) Schlingpflanzen durchwachsen das Gehölz und machen dasselbe durch ihre Menge stellenweise fast undurchdringlich: △*Asparagus acutifolius* L., △*Clematis flammula* L., ▲●*Rubus amoenus* Port., △*Lonicera implexa* Ait. und △*Rubia peregrina* L.

δ) Unterflora (Begleitflora): △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., ▲*Andropogon pubescens* Vis., △*Ophrys tenthredinifera* W.; *Onobrychis saxatilis* All. mit kleinen blassroten Blüten und feinen linealen Fiederblättchen, *Argyrolobium Linnaeanum* Walp., *Anthyllis cytisoides* L. mit etwas sukkulenten, aber seidenhaarigen Blättern und langen goldgelben Blütentrauben, eine Prachtpflanze, die jedoch um Benisa nur spärlich vertreten ist. *Moricandia arvensis* (L.) DC. eine schwach sukkulente, kahle Crucifere mit violetten Blüten, △*Sedum altissimum* Poir. (fol.), *Eryngium spec.* (fol.), *Ceratocalyx macrolepis* Coss. (fl.), *Phagnalon sordidum* DC. und △*Inula viscosa* Ait. (fr.) fol. mit abgedorrten, letztjährigen Fruchtachsen. Es sind somit meistens Bestandteile der benachbarten Felsenheiden, welche in die Lücken des Unterholzes hineinfluten.

b) Felsenheideflora (45 spec.). — In dieser sehr offenen Formation sind wiederum vorherrschend: △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., *Ulex australis* Clem. und *Thymus vulgaris* L.

Dazu kommen noch folgende Arten:

▲● *Poa bulbosa* L.
△ *Urginea scilla* Steinh.
▲ *Cistus salvifolius* L., spärlich.
Fumana laevipes Spach
Biscutella stenophylla Duf.
Moricandia arvensis (L.) DC.
▲ *Ruta chalepensis* L. *v. angustifolia* (Pers.) Wk.
△ *Sedum altissimum* Poir. (fol.).
Euphorbia serrata L.
Polygala rupestris Pourr.
Viola arborescens L. (fr.) } an etwas feuchteren, lehmigen Stellen.
● *V. odorata L.* } an etwas feuchteren, lehmigen Stellen.
▲ *Reseda alba* L. } an etwas feuchteren, lehmigen Stellen.
Euphorbia sulcata De Lens. var. *tuberculata* nov. var.
● *Eryngium campestre* L.
Asperula cynanchica L. s. sp. *aristata* (L.) Briq.



gez. L. Schröter.

Fig. 3 (Orig.) 1,5 : 1. — *Sideritis Riklii Briq.* nov. spec. 1907.
Originaldiagnose in J. Briquet Plantarum novarum vel minus cognitarum decades, Annuaire du Conserv. et du jard. bot. de Genève vol. X (1907) p. 105.

Ganz besonders stark sind die Papilionaceen vertreten:

△ *Ononis natrix* L.
▲ *Ononis reclinata* L.
Anthyllis cytisoides L.
△ „ *tethraphylla* L.
△ „ *vulneraria* L. *v. rubriflora* Ser.
Astragalus monspessulanus L.
Astragalus Glaux L.
Onobrychis saxatilis All.
Hedysarum spinosissimum L.
„ *humile* L. v. major Lange = *H. Fontanesii* Boiss.
Calycotome spinosa Lk.
△ *Scorpiurus subvillosa* L.

Und von Gamopetalen:

▲ *Plantago albicans* L. z. T. fl.
△ *Globularia alypum* L.
△ *Daphne gnidium* L.
△ *Rubia peregrina* L.
Linum narbonense L.
Coris monspeliensis L. (fol.).
▲● *Anagallis arvensis* L. s. sp. *coerulea* Schreb.
△ *Rosmarinus officinalis* L., sehr spärlich.
△ *Salvia verbenaca* L., spärlich.
Sideritis Riklii Briq. spec. nov. (1907) [Textfigur 3].
Teucrium pseudochamaepitys L.
Asperula cynanchica L. s. sp. *aristata* (L.) Briq.

Dazu gesellen sich endlich auch noch mehrere Kompositen:

△ *Inula viscosa* Ait. (fol.).
▲ *Phagnalon rupestre* DC.
Helichrysum stoechas DC.
„ *angustifolium* DC.
Senecio linifolius L.
Santolina chamaecyparissus L.
▲ *Asteriscus spinosus* G.G. = *Pallenis spinosa* Cass.

In dieser Liste ist das westmediterrane Element durch vier neue Arten vertreten: *Asperula aristata* L. und *Santolina chamaecyparissus* L. erreichen noch Dalmatien, *Anthyllis cytisoides* L. geht über die Balearen bis nach Korsika und *Onobrychis saxatilis* All. folgt den mediterranen Küstenlandschaften von der Provinz Alicante über Südfrankreich bis nach Ligurien, ohne jedoch auf die tyrrhenischen Inseln überzugehen; sie findet sich auch noch in Südtirol. *Moricandia arvensis* (L.) DC. ist schon eher eine südmediterrane Pflanze, in den nördlichen Teilen des Mittelmeerbeckens fehlt sie grossen Strecken und wo sie hier vorhanden ist, da ist sie selten (z. B. in Südfrankreich einzig bei Marseille). *Senecio linifolius* L. und *Euphorbia sulcata* De Lens. sind iberisch-mauritanische Arten, erstere erreicht auch noch die Balearen; letztere Südfrankreich (Montpellier, Marseille).

c) Ruderalflora: Um Benisa gibt es endlich auch noch zahlreiche Brachäcker, die eine ziemlich reichhaltige Adventivflora aufweisen:

▲ *Lamarckia aurea* Mch. ⊙
△ *Allium roseum* L. ♃
▲ *Reseda alba* L. ⊙
Platycapnos spicatus Bernh. (westmediterran) ⊙
△ *Anthyllis tetraphylla* L. ⊙
△ *Scorpiurus subvillosa* L. ⊙
▲ *Coronilla scorpioides* (L.) Koch ⊙
▲● *Vicia sativa* L. *v. obovata* Ser., in Calpe. ⊙
▲● *Vicia lutea* L. *v. hirta* (Balbis) Boiss. ⊙
▲ *Vicia peregrina* L. ⊙
▲● *Asperula arvensis* L. ⊙
△ *Hyoscyamus albus* L. ⊙
△ *Cynoglossum pictum* Ait. ⊙
▲ *Anchusa italica* Retz ♃

▲ *Linaria simplex* DC. (fr.) ⊙
Plantago cynops L. ♃
▲ „ *lagopus* L. ⊙
● *Centaurea calcitrapa* L. ⊙
△ *Inula viscosa* Ait. ♃
△ *Bellis annua* L. ⊙
▲ *Rhagadiolus stellatus* (L.) DC. ⊙
Thrincia hispida Roth ⊙

Von diesen 22 Arten sind mithin 18 einjährig; das sind 86 %.

10. Von Benisa nach Calpe und die Punta de Ifach.

26. III. 1905.

Von Benisa erstreckt sich bis zur Küste eine reichgegliederte, jedoch wenig übersichtliche Hügellandschaft. Garigues und Felsenheiden bedecken dieselbe, doch gehen die beiden Formationen öfters ineinander über. Stellenweise nehmen die Garigues beinahe macchienartigen Charakter an, immerhin werden dieselben nicht über anderthalb Meter hoch. Auf der ganzen mehrstündigen Strecke begegneten wir, jeweilen von Hundegebell begrüsst, nur vier primitiven Caserios. Bei einer dieser Niederlassungen fand sich eine junge Kultur von Halfagras, bei einer anderen ein ganzes Feld von ▲● *Iris germanica* L. in voller Blüte. Um diese Caserios waren je einige Mandelbäume und knorrige Ceratonien, aber keine Orangenbäume angepflanzt. Ausser diesen inmitten der ursprünglichen Vegetation gelegenen Einsiedeleien, geben nur noch vereinzelte Windmühlen, und hin und wieder ein kurzer, flüchtiger Blick auf das ferne Benisa oder auf Calpe Zeugnis von der Anwesenheit des Menschen.

a) Garigues:

▲ *Cistus salvifolius* L., viel.
△ *C. monspeliensis* L., gegen die Küste häufiger werdend.
△ *C. albidus* L.
C. Clusii Dun., als Kleinstrauch mit öfters dem Boden angeschmiegten Zweigen.
△ *Erica arborea* L., reichlich.
E. multiflora L.
△ *Arbutus unedo* L., sehr selten (es wurde nur ein Exemplar beobachtet).
△ *Rosmarinus officinalis* L. (fl.) fr.
Ulex australis Clem.
Anthyllis cytisoides L. (fl.) massenhaft, oft geradezu tonangebend.
Dorycnium suffruticosum Vill., stellenweise sehr reichlich.
● *Crataegus monogyna* Jacq.
„ *brevispina* Kze. (fl.).
△ *Globularia alypum* L., zuerst selten, gegen die Küste häufiger werdend.
Rhamnus lycioides L.
Quercus coccifera L.
△ *Pistacia lentiscus* L.
Carlina racemosa L. fr. (fol.)
Chamaerops humilis L., selten.
△ *Smilax aspera* L. (fol.)
Pinus halepensis Mill., in vereinzelten, dürftigen, von Mensch und Tier meistens elend verkrüppelten Exemplaren.

Aus diesen Garigues ragt hin und wieder ein schlanker bis über Meter hoher, an der Basis verholzter Fingerhut mit höchst eigentümlich dunkel gelbbraunen Blüten empor, es ist *Digitalis obscura* L., eine auf Zentral-, Ost- und Südspanien beschränkte Art.

b) Felsenheiden. Nach der Leitpflanze lassen sich drei Typen unterscheiden: die Passerinaheide (▲ *Passerina hirsuta* L.), die Asphodillflur (△ *Asphodelus fistulosus* L., es fehlt *A. albus* Mill.) und die Thymiantomillares mit *Thymus vulgaris* L. (fl.) fr. — Die Begleitpflanzen dieser drei Facies sind:

△ *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S.
▲ *Köleria phleoides* (Vill.) Pers.
Mercurialis tomentosa L
Polygala rupestris Pourr.
Viola arborescens L.
△ *Fumana viscida* Spach
● *Ononis natrix* L.
Onobrychis saxatilis All.
△ *Dorycnium hirsutum* Ser., vereinzelt.
▲● *Trifolium fragiferum* L.
Astragalus monspessulanus L.
Hedysarum spinosissimum L.
▲ *Coronilla scorpioides* (L.) Koch
Medicago spec. (fl.), mit langen, schlangenartigen Kriechtrieben.
Matthiola parviflora (Schousb.), R. Br.
Linum narbonense L.
▲ *Verbascum sinuatum* L.
▲● *Marrubium vulgare* L.
▲ *Teucrium polium* L. *v. capitatum* (L.) Briq.
Senecio linifolius L.
△ *Urospermum Dalechampii* (L.) Desf.
△ *Bellis annua* L., massenhaft.
△ *Inula viscosa* Ait. (fr.) fl.
▲ *Phagnalon rupestre* DC.
△ *Asteriscus maritimus* Less.
Carlina racemosa L. (fr.) fol.
▲● *Onopordon acanthium* L. (fl.)

Eine Überraschung wird uns zu teil, da fliesst wahrhaftig ein frisches munteres Bächlein mit klarem Wasser. Im Sande breitet sich ● *Carex glauca* Murr. und über fusshoher ▲● *Holoschoonus vulgaris* Link aus und längs den Ufern erstrecken sich Röhrichte des Pfahlrohres (△ *Arundo donax* L.) mit vorjährigen, abgedorrten, bis 7 m hohen Riesenhalmen.

* * *

Das landfest gewordene Felsenriff von Ifach bei Calpe (Taf. II Fig. 4) ist durch eine flache Niederung mit dem Festland verbunden, dann erhebt sich terrassenartig das Gelände, um plötzlich, ganz unvermittelt in den kompakten, von senkrechten Felswänden begrenzten Kalkkoloss der Punta de Ifach, einer weit ins Meer vorspringenden Halbinsel, überzugehen. In diesem Gebiet erfolgt ein rascher Formationswechsel. Es lassen sich fünf Vegetationszonen unterscheiden:

1. Die Kulturzone. Sie erstreckt sich über das Flachland. Getreideäcker wechseln mit Mandel-, Öl- und Johannisbeerbäumen ab. Die Bewirtschaftung erfolgt vom nordwestlich gelegenen Calpe aus.

2. Strand- und Dünenzone. Erstere erstreckt sich längs der Flachküste zu beiden Seiten der Halbinsel. Der ganze Strand ist mit Posidonienkugeln, welche durch den Wind weit landeinwärts verschleppt werden, ganz bedeckt. Als Dünenpflanzen treten auf:

- *Asphodelus fistulosus* L., massenhaft (S.)[1])
- *Gynandriris sisyrinchium* Parl.
- *Urginea scilla* Steinh. fol. (S.)
- ▲ *Plantago maritima* L. (S.)
- *Atriplex halimus* L. (S.)
- ▲ *Passerina hirsuta* L.
- ● *Cakile maritima* Scop. (S.)
- △ *Lobularia maritima* Desv.
- ▲ *Frankenia pulverulenta* L.
- ● *Ononis natrix* L.
- △ *Lotus creticus* L.
- *Fagonia cretica* L. (fl.)
- △ *Inula crithmoides* L. (fol.) (S.)

3. Tomillares und Garigues beanspruchen die unteren Teile der Vorhügelzone des Felsenriffes. Die stellenweise dominierenden Tomillares bestehen wieder fast ausschliesslich aus *Thymus vulgaris* L. In den Garigues herrscht *Cistus Clusii* Dun., öfters schmarotzt die Rafflesiacee △ *Cytinus hypocistis* L. auf ihren Wurzeln; reichlich vertreten ist △ *C. albidus* L. (fl.) und △ *Rosmarinus officinalis* L. (fl.) fr., auch *Chamaerops humilis* L. (fol.) findet sich hier an der Küste wiederum reichlich, doch immer nur in niedrigen, dem Boden angepressten Exemplaren.

4. Felsenheiden bedecken die höheren Teile der Vorhügel bis zu den Felswänden der Punta de Ifach, in den oberen Lagen werden sie immer steiniger und felsiger. Zur Passerinaheide und Asphodillflur (- *Asphodelus fistulosus* L., meistens bereits verblüht). gesellt sich als dritter Typus noch die Euphorbiaheide hinzu, sie besteht hauptsächlich aus *Euphorbia pithyusa* L., welche an ihren derben glauken, schwach sukkulenten Blättern leicht zu erkennen ist. Dazu kommen als weitere Begleitpflanzen:

Asparagus horridus L. f.
▲ *Koëleria phleoïdes* (Vill.) Pers.
Macrochloa tenacissima Kth., spärlich.
Lygeum spartum L.
- *Fumana viscida* Spach
Helianthemum lavandulae-folium (Lam.) DC.
● *Ononis natrix* L.
- *Anthyllis tetraphylla* L.
Coronilla juncea L., westmediterran.
Dorycnium suffruticosum Vill.
▲ *Teucrium polium* L.

[1]) (S.) = Saftpflanzen.

Lavandula dentata L.
Coridothymus capitatus Rchb. f. (fol.)
Convolvulus lanuginosus Desr.
▲● *Anagallis arvensis* L., s. spec. *coerulea* Schreb.
Artemisia Barrelieri Bess.

5. Die Felsflora. Die Felsflora der Punta de Ifach ist berühmt durch ihren ausserordentlichen Reichtum an seltenen, z. T. für diesen Teil der Provinz Valencia endemischen Arten. Leider war aber diese Flora zur Zeit unseres Besuches noch sehr zurück, so dass unsere Ausbeute ziemlich bescheiden war. Vom Festland aus ist überhaupt nur die Schattenseite des Felsens, die Nordwestseite, einigermassen zugänglich.

▲ *Ficus carica* L.
Osyris quadripartita Decsne (1836).
- *Matthiola incana* (L.) R. Br.
Biscutella montana Cav.
Biscutella stenophylla Duff.
Dianthus lusitanicus Brot.
Lavatera maritima Gouan
Lavandula dentata L.
Satureia obovata Lag. (fol.)?
Hippocrepis valentina Boiss.
▲● *Hedera helix* L. (fol.)
△ *Lonicera implexa* Ait. (fol.)
Scabiosa saxatilis Cav. (fol.)
Euphorbia rupicola Boiss.
△ *Smilax aspera* L.
▲● *Asplenum ceterach* L.
● *Asplenum fontanum* (L.) Bernh.

Von ganz besonderer Bedeutung sind endlich zwei Filzpflanzen, die mit tiefen Pfahlwurzeln in den Ritzen der Felsplatten bei der Zollstätte von Calpe vorkommen. Es ist zunächst das *Helianthemum caput felis* Boiss., welches bald kleine knorrige, dem Boden dicht angepresste Spalierstäuchchen, bald eigentliche bis über 10 cm im Durchmesser erreichende Polster bildet. Aus dem schneeweissen Indument heben sich die leuchtend goldgelben Blüten prächtig ab. Von dieser Pflanze sind bisher nur drei weit auseinander liegende Standorte bekannt geworden. Ausser an der Punta de Ifach findet sie sich noch je an einer Stelle in Oran (Aïn-el-Turk.) und auf Mallorca (La Salinas de Campos). Von ganz ähnlichem Aussehen ist das *Helichrysum decumbens* Camb.; doch besitzt diese Art im südwestlichen Mittelmeerbecken ein viel grösseres Verbreitungsareal und zudem hat sie noch an der französischen Riviera einige vorgeschobene Aussenposten (Port Vendres, Ile St. Lucie, Marseille).

Bevor wir weiter nach Süden ziehen, wollen wir noch einen Blick auf die Floren von Denia und Benisa werfen. Das physiognomische Vegetationsbild ist von grösster Einförmigkeit, immer nur Garigues und Felsenheiden, Felsenheiden und Garigues; andere Formationen kommen kaum in Betracht. Trotzdem hat sich die Flora in ungeahnter Weise bereichert und zwar nach zwei Richtungen.

Sehen wir von den, gegenüber den nördlichen Teilen der spanischen Riviera nun bedeutend grösseren Zahl südlich- und westlich-mediterranen Arten, welche besonders der Felsenheide und der Felsflora angehören, ab, so sind es in erster Linie die Sierren, welche zahlreiche Pflanzen von recht beschränktem Verbreitungsareal aufzuweisen haben. Es sind zumeist Arten, die nur innerhalb der iberischen Halbinsel auftreten, einige erreichen auch noch die Balearen oder finden sich wieder in Nordafrika, doch meist nur an wenigen Standorten; wieder andere sind sogar valencinisch. Diese Liste umfasst folgende 27 Arten:

Diplotaxis brassicoides Rouy

N[1]) *Biscutella montana* Cav. Sierren von Valencia bis Granada und Gibraltar.

B. stenophylla Duff. Gebirge von Granada und Valencia, auch an einer Stelle in Aragonien (Sierra de Moncayo).

Thalictrum tuberosum L. Ost- und Nordspanien, Süd- und Südwestfrankreich.

Viola arborescens L. Von Nordafrika durch Süd- und Ostspanien bis Südfrankreich, Balearen.

Polygala rupestris Pourr. Von ähnlicher Verbreitung, wie die vorige Art.

N) *Helianthemum caput felis* Boiss., Verbreitung siehe pag. 59.

H. marifolium (Cav.) DC. *v. tomentosum* Wk., westlich-mediterran bis Südfrankreich, Sardinien, Süditalien.

N) *Euphorbia rupicola* Boiss. Südostspanien (Valencia, Murcia, Granada, Gibraltar).

E. sulcata De Lens. Von Nordafrika durch Süd- und Ostspanien bis Südfrankreich.

N) *Osyris quadripartita* Decsne Marokko, Algerien (Tell), Südportugal, Süd- und Südostspanien.

Bupleurum spinosum Gou. Nordafrika, Süd- und Ostspanien, nördlich bis Aragonien, Korsika.

N) *Hippocrepis valentina* Boiss. Einzig Provinz Valencia und daselbst von sehr beschränkter Verbreitung.

N) *Matthiola parviflora* (Schousb.) R. Br. Nordafrika, Süd- und Südostspanien.

N) *Poterium ancistroides* Desf. Nordafrika, Sierra de Gador (Granada) und Valencia.

[1]) Die mit N) bezeichneten Arten erreichen in Spanien auf der Halbinsel von Alcoy oder in den Sierren westlich von Valencia ihre Nordgrenze.

Crataegus brevispina Kze. Süd- und Südostspanien, südlich Aragonien, Balearen.

Digitalis obscura L. Ost-, Zentral- und Südspanien.

Linaria origanifolia (L.) DC. Felsenpflanze: Portugal, Spanien, Pyrenäen bis Südfrankreich.

Linaria crassifolia Cav. (Kze.). Felsenpflanze: Ost- und Südspanien, nördlich bis in die Pyrenäen.

Linaria Haenseleri Boiss. Sierren von Zentral-, Südost- und Südspanien, ein Standort in Alt-Kastilien.

Lithospermum fruticosum L., makroiberisch, doch in einer nahverwandten Art (*L. consobrinum* Pomel.) in Nordafrika vertreten.

Convolvulus lanuginosus Desr. Durch Spanien bis Südfrankreich.

N) *Satureja obovata* Lag. Süd- und Südostspanien.

N) *Coridothymus capitatus* Rchb. f., südmediterran.

N) *Senecio linifolius* L. Nordafrika, Süd- und Südostspanien, Balearen.

N) *Hymenostemma Fontanesii* Wk. Nordafrika, Süd- und Südostspanien.

N) *Scabiosa saxatilis* Cav. Nur in Valencia.

Aber auch noch in einer anderen Hinsicht gewährt die Flora der Halbinsel Alcoy ein ganz besonderes Interesse, denn dieser Florenbezirk ist ein Vorposten der Steppenflora. Da und dort, allerdings nur vereinzelt und so ihren fremden Ursprung verratend, treten schon zwischen Denia und Calpe einzelne typische Steppenpflanzen auf. Es sind: *Atriplex halimus* L., allerdings nicht nur Steppen-, sondern auch Strandpflanze, *Helianthemum lavandulaefolium* (Lam.) DC., *Helichrysum decumbens* Camb., *Lygeum spartum* L., dann das Esparto- oder Halfagras, *Macrochloa tenacissima* Kth. und die Zygophyllacee *Fagonia cretica* L. Alle diese Steppenpflanzen treten im Gebiet als Bestandteile der Felsenheide auf. Schon in den nächsten Tagen sollten wir Gelegenheit haben, die eigentliche Litoralsteppe kennen zu lernen.

11. Steppeninseln zwischen Benidorm und Alicante.

27. III. 1905.

Die folgenden Tage reisten wir immer der Küste entlang über Altéa und Villajoyosa nach Alicante. An zwei Stellen durchquerten wir Steppeninseln, die erste südlich von Benidorm und dann ein zweites ausgedehnteres Steppengebiet, welches bald nach Villajoyosa beginnt und sich bis zur Mündung des Rio de Monnegre (= Rio Castalla) nordöstlich von Alicante, d. h. über ca. 15 km. erstreckt.

Benidorm ist eine kleine, malerisch auf einem kahlen Felsenvorsprung am Meere gelegene Ortschaft. Die niederen, fast fensterlosen Häuschen mit ihren ganz flachen Dächern haben beinahe die Farbe des Gesteins auf dem sie aufgebaut sind; so entzieht sich das kleine Küstenstädtchen unseren Blicken, bis wir in dessen nächster Nähe sind. Für die grosse Trockenheit der Gegend sprechen schon die zahlreichen Norias, die überall sichtbar sind. Da und dort erheben sich einige schlanke Dattelpalmen oder auch eine vereinzelte Pinie mit ihrer schirmförmigen Krone. Die Kirche besitzt eine grosse Kuppel, welche mit blauglasierten Ziegeln, den sog. Azuleyos, bedeckt ist; darüber breitet sich der azurblaue Himmel aus, und vor uns liegt das weite Meer, dessen Farbe mit der des Firmamentes an Intensität und Lichtfülle zu wetteifern scheint.

Kaum liegt Benidorm hinter uns, so hören die Kulturen auf und die ersten inselartigen Vorläufer der Steppe umgeben uns. Es ist eine hügelige Lösslandschaft von unglaublicher Kahlheit und Unfruchtbarkeit. Der Baumwuchs ist nur noch in kümmerlichster Form im Hintergrund von Meerbuchten oder in kleinen Depressionen erhalten geblieben, so dass derselbe einen ganz oasenartigen Eindruck macht. Es sind für einige Zeit die letzten Vertreter der Holzgewächse. Diese elenden, über und über mit Staub bedeckten Palmen- und Granatapfelbäume gewähren einen geradezu trostlosen Anblick. Verhältnismässig am besten scheint noch der Ölbaum (*Olea europaea* L.) zu gedeihen, er ist auch am häufigsten. Grau die Landschaft, grau die wenigen Bäume, das ist das Wahrzeichen dieser Steppeninsel. Fürchterlich trocken und heiss, die umgebenden Hügel vollständig kahl, nur die nackte Erdfarbe zeigend; von einem „Vegetationsbild" kann kaum mehr die Rede sein. Wenn die Strasse einen Torrenten überbrückt, so hat derselbe keinen Tropfen Wasser und doch stehen wir erst am Beginn der eigentlichen Trockenperiode. Wenn es zur Seltenheit einmal regnet, so ist der Niederschlag gewöhnlich kurz, aber dafür oft von sündflutartiger Heftigkeit. Das Wasser vermag dann nicht in den von der Sonnenglut steinhart gewordenen Boden einzusickern, aber die sich sammelnden und rasch abfliessenden Wasser reissen tiefe Rinnen in den Löss, so dass die Landschaft eigentümlich zerrissen und zerfurcht wird. Wie in Vorpostenstellung stehen an der Landstrasse noch einige Agaven und verkrüppelte Ceratonien.

Ein etwas anderes Bild gewährt die Steppe südlich von Villajoyosa. Nackte, ausgetrocknete Erde, untermischt mit vielen Steinen und Felsblöcken, beanspruchen reichlich vier Fünftel des uns umgebenden Landes. Dazwischen stehen einige Kleinsträucher und hin und wieder einige Horste des Espartograses. Die wenigen Pflanzen

zeigen ausgeprägte xerophytische Anpassungen. Die Sukkulenten überwiegen, dann folgen die Rutenpflanzen und sparrig-dornige Halbsträucher. Obwohl erst Ende März, so besitzt doch die Vegetation ganz den Charakter einer verkümmerten Sommerflora. Wegen des Ausbleibens der Winterregen ist die Frühlingsflora nur in wenigen dürftigen Vertretern zur Entwicklung gekommen. Auf der Nordseite der Hügel, welche vor den austrocknenden Seewinden etwas besser geschützt und weniger lang der intensiven Besonnung ausgesetzt sind, ist die Pflanzenwelt reichlicher vertreten, die Formation etwas geschlossener. Hier treten die letzten, allerdings recht kümmerlichen Garigues auf, doch den grössten Teil des Bodens beansprucht die Felsensteppe:

a) Die letzten Garigues.

△ *Quercus coccifera* L., vorherrschend.
Thymus vulgaris L., sehr viel, aber bereits verblüht. } Leitpflanzen.
△ *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S.

Spärlicher sind vertreten:

Chamaerops humilis L., selten und kümmerlich.
△ *Pistacia lentiscus* L.
△ *Globularia alypum* L.
▲● *Rubus amoenus* Port.
Rhamnus lycioides L.
Erica multiflora L.

und von Kräutern: ▲ *Phagnalon rupestre* DC. und *Ph. sordidum* DC.; △ *Inula viscosa* Ait. (fr.) fl.

b) Flora der Felsensteppe (27 Arten).

Macrochloa tenacissima Kth., horstweise.
Lygeum spartum L.
▲ *Andropogon pubescens* Vis.
Juniperus oxycedrus L.
Ephedra fragilis Desf.
△ *Asphodelus fistulosus* L., massenhaft, jedoch meist verblüht, mit sich verfärbenden und absterbenden oberirdischen Trieben.
Moricandia arvensis (L.) DC.
△ *Matthiola tristis* (L.) R. Br.
Brassica Tournefortii Gou.
Eruca vesicaria (L.) Cav.
Pendulina intricata Wk.
„ *Lagascana* (DC.) Wk.
Haplophyllum hispanicum (L.) Spach
△ *Sedum altissimum* Poir. (fol.)
Helianthemum pilosum (L.) Pers. *var. tomentellum* Wk.
Helianthemum lavandulaefolium (Lam.) DC.
H. Fumana Mill. *v. ericoides* Dun. = F. Spachi G. G.
Anthyllis cytisoides L., stellenweise reichlich.
Coronilla glauca L.

Astragalus hispanicus Coss.
Dorycnium suffruticosum Vill.
v. cuneatum Rikli
Fagonia cretica L.
Thymus longiflorus Boiss.
▲ *Pallenis spinosa* Cass.
Helichrysum stoechas DC.
v. caespitosum Wk.
v. maritimum Lge.
▲ *Passerina hirsuta* L., ziemlich häufig.
▲ *Atriplex halimus* L.

Nach dieser ersten Bekanntschaft mit der Steppe drängt sich uns die Frage auf: Was ist die Steppe? Nach ihrem physiognomischen Gesamtcharakter könnte man geneigt sein, die Steppe als eine verarmte Felsenheide zu erklären. Diese Definition würde aber insofern ganz irrige Vorstellungen wachrufen, als damit auch Steppen- und Felsenheideflora indentifiziert werden. Schon unser erster flüchtiger Eindruck der Steppe hat uns aber gezeigt, dass dieselbe mit der Felsenheide nur wenige Arten gemeinsam hat. Das Hauptkontingent der Steppenflora stellt nicht die Felsenheide, es ist vielmehr eine Pflanzenwelt für sich, deren Biologie, Pflanzengeographie und Herkunft wir am Schluss der Exkursionsberichte einen eigenen Abschnitt widmen wollen. Wir verzichten daher hier auf eine weitere Analyse der Flora der Felsensteppe.

12. Elche (Tafel III Fig. 5).

28. III. 1905; 30. III. 1906.

Das Hauptinteresse von Elche nimmt das Kulturland, besonders das Studium des Palmenwaldes in Anspruch. Wir haben denselben im Neujahrsblatt (25) einer eingehenderen Besprechung unterzogen, so dass wir hier nur vom Naturland zu sprechen haben. Elche — eine intensiv betriebene Kulturoase, — wo bleibt da noch Raum für die ursprüngliche Flora? Bei unserem ersten Besuch, am 28. März 1905, dachten wir daher überhaupt nicht an die Möglichkeit, dass in nächster Nähe der Stadt noch Steppenreste vorhanden sein könnten. Am 30. März 1906 kam ich zum zweiten Male nach Elche. Da die Zeit etwas weniger knapp bemessen ist, so unternehmen wir auch eine Exkursion vor die Stadt. Wir verlassen Elche auf der massiven Steinbrücke, welche von der Fahrstrasse nach Crevillente und Murcia benützt wird und gehen auf einem Flurweg längs des rechten Ufers des Vinalupo bis zur Eisenbahnbrücke, um über dieselbe nach der Stadt zurückzugehen. Der Weg von Brücke zu Brücke ist ohne Anstrengung in zwanzig Minuten zurückzulegen: die Flora war jedoch so reich, dass die Exkursion gegen drei Stunden

Nach käufl. Phot.

Fig. 10. Partie aus dem Palmenwald von Elche.

Im Vordergrund eine Tartane (pag. 131).

in Anspruch nahm. Diese Wanderung war in botanischer, wie in kulturhistorischer Hinsicht von allergrösstem Interesse, denn zwischen den Kulturen sind noch überall Reste der ehemaligen Steppe erhalten geblieben. Zu beiden Seiten des Flurweges, am Abhang zum Trockenbett des Vinalupo, auf den schmalen, oft nur einige Meter oder gar nur wenige Fuss breiten Landstreifen zwischen den einzelnen Feldern und Äckern hatten wir reiche Ausbeute. Fast jeder Schritt brachte eine neue Überraschung. Neben den Steppenpflanzen war aber auch die Adventivflora, auf einzelnen brach liegenden Äckern und Ruderalplätzen, wiederum reichlich vertreten.

a) Flora der Brachäcker und Schuttplätze.

▲ *Koeleria phleoides* (Vill.) Pers.
▲ *Lamarckia-aurea* Mönch
▲ *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Rchb., unter Luzerne.
▲ *Phalaris minor* Retz., Riesenexemplare bis 45 cm hoch, auf sehr stickstoffreichem Boden.
△ *Allium roseum* L. *v. carneum* Bertol., besonders häufig im Palmenwald, als Unkraut unter Gerste; vertritt im Vegetationsbild ganz unsere *Cardamine pratensis* L.
Hypecoum grandiflorum Bth.
▲ *Fumaria parviflora* Lam.
Platycapnos spicatus Bernh., (westmediterran).
▲ *Roemeria hybrida* (L.) DC.
● *Reseda phyteuma* L.
△ *Paronychia argentea* Lam.
▲● *Spergularia media* (L). Pers.
Silene rubella L. (unter Gerste im Palmenwald).
▲● *Lepidium draba* L., auch viel unter Gerste.
▲● *Sisymbrium irio* L.
● *Diplotaxis muralis* (L.) DC.
▲ *Lathyrus sativus* L.
△ *Melilotus sulcata* Desf.
△ *Scorpiurus subvillosa* L.
● *Ononis natrix* L.
▲ *Coronilla scorpioides* (L.) Koch
▲● *Plantago coronopus* L.
△ *Convolvulus althaeoides* L.
▲ *Calendula arvensis* L.
△ *Picridium vulgare* Desf.
▲ *Hedypnois polymorpha* DC.
Anacyclus valentinus L., auch in La Union bei Cartagena.

Vergleichen wir diese Liste mit den bei Cette und Barcelona gesammelten Ruderalpflanzen, so muss auffallen, dass nun auch in der Ruderalflora das mitteleuropäische Florenelement ganz ausgemerzt ist. Abgesehen von dem, als verwilderte Kulturpflanze aufzufassenden *Lathyrus sativus* L., sind von den 27 Arten nur 6 Arten (ca. 22 %) auch noch in der Schweizerflora vertreten. Alle 6 Pflanzen sind Arten, deren südliche Herkunft nicht in Frage steht: ▲● *Sisymbrium irio* L., ● *Reseda phyteuma* L., ▲ *Calendula arvensis* L. sind zudem seltene Gäste (Ephemerophyten), etwas verbreiteter und häufiger ist ● *Diplotaxis muralis* (L.) DC.; ▲● *Lepidium draba*

L. ist ein Neophyt, jetzt zwar verbreitet und stellenweise häufig, aber doch erst seit einigen Dezennien eingebürgert; nur ●*Ononis natrix* L. bildet einen eigentlich integrierenden Bestandteil der Flora der wärmeren Landesteile. Fast all' diese Arten sind durch das ganze Mittelmeerbecken verbreitet; einzig *Platycapnos spicatus* Bernh. und *Anacyclus valentinus* L. besitzen vorwiegend westmediterrane Areale. Die Zusammensetzung der Ruderalflora von Elche bedeutet somit, auch für diese sonst so ausserordentlich heterogen zusammengesetzte ubiquistische Vergesellschaftung, einen vollständigen Sieg des mediterranen Florenelementes.

b) Reste der Steppenflora zwischen Kulturland.

Lygeum spartum L.
▲*Stupa parviflora* Desf.
▲*Stupa tortilis* Desf., normale und sehr stark verkümmerte Exemplare.
△*Atriplex halimus* L.
▲*Suaeda fruticosa* (L.) Forsk.
▲*Peganum harmala* L. (fol.)
▲*Aizoon hispanicum* L.
▲*Mesembryanthemum nodiflorum* L.
Reseda Gayana Boiss.
▲*Plantago albicans* L.
▲*Statice Thouini* Viv.
△*Statice Limonum* L., *v. macroclada* Boiss. = *St. serotina* Rchb., an Bewässerungskanälen.
▲*Carrichtera vellae* (L.) DC.
Pendulina Lagascana (DC.) Wk.
Moricandia arvensis (L.) DC.
Matthiola parviflora (Schousb.) R. Br.
▲*Vicia angustifolia* All. *v. amphicarpa* Boiss.
Fagonia cretica L.
Lycium intricatum Boiss.
Convolvulus lanuginosus Desv.
▲●*Marrubium vulgare* L.
▲*Marrubium allyson* L.
Teucrium pseudochamaepitys L.
△*Evax pygmaea* (L.) Pers.
Phagnalon sordidum (L.) DC.
Senecio linifolius L.
Atractylis cancellata L.

Mit Ausnahme von drei Pflanzen der Felsenheide ▲●*Marrubium vulgare* L., *Teucrium pseudochamaepitys* L. und *Phagnalon sordidum* (L.) DC. besteht die ganze übrige Florula somit aus typischen Steppenpflanzen; auch ▲*Plantago albicans* L., *Moricandia arvensis* (L.) DC. und △*Evax pygmaea* (L.) Pers. sind wohl ursprünglich Steppenbewohner; denn obwohl öfters als Bestandteile der Felsenheide angetroffen, erreichen sie doch in der Steppe ihre Massenentfaltung.

13. Exkursion am Westufer des Fjordes von Cartagena.

29./30. III. 1905.

Willkomm spricht von der Steppe von Cartagena. Die Vegetation der von uns besuchten Abhänge und Hügel verdient jedoch

den Namen „Steppe“ nicht. Was wir gesehen haben, war nur eine verarmte Felsenheide, da und dort mit dürftigen Anklängen an Garigues. Von Steppenpflanzen sammelten wir nur: △*Atriplex halimus* L., ▲*Suaeda fruticosa* (L.) Forsk. und *Fagonia cretica* L., die beiden ersten Arten sind zudem nicht ausschliesslich Steppen-, sondern auch Strandpflanzen. Natürlicher Baumwuchs fehlt ganz. Einzig aus der im Norden der Stadt gelegenen Huerta erheben sich grössere Palmenhaine.

a) Reste der Garigueformation: *Chamaerops humilis* L., △*Daphne gnidium* L., *Calycotome spinosa* Lk. und △*C. villosa* Lk. sowie ein ephedroider Ginster: *Genista umbellata* Poir., eine iberisch-mauritanische Pflanze.

b) Felsenheide (55 spec.). Überall trat massenhaft, zwischen den Steinen und dem die Hügel bedeckenden Geröll, auch wieder △*Brachypodium ramosum* (L.) R. et S. auf und zwar trafen wir diese Pflanze hier zum ersten Male in Blüte. Neben Brachypodium ist der Thymian (*Thymus vulgaris* L.) noch reichlich vertreten. Alle anderen Arten treten gegenüber diesen beiden Leitpflanzen stark zurück. Es sind:

▲*Brachypodium distachyon* (L.) R. et Schult., *f. pentastachyon* (Tin.) A. et G.

▲*Bromus matritensis* L.

▲*Lamarckia aurea* L.

△*Lagurus ovatus* L.

▲*Aegilops ovata* L.

△*Ophrys tenthredinifera* W.

△*Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.

Asparagus horridus L.

△*Asphodelus fistulosus* L., reichlich, aber meist verblüht und mit bereits ausgereiften Früchten.

Gynandriris sisyrinchium Parl.

▲*Mesembryanthemum nodiflorum* L.

△*Paronychia argentea* Lam.

▲*Frankenia pulverulenta* L.

△*Silene colorata* Poir.

▲●*Spergularia rubra* (L.) Pers.

▲●*Spergularia media* (L.) Pers.

●*Reseda phyteuma* L.

△*Polygala monspeliaca* L.

Polygala rupestris Pourr.

▲*Passerina hirsuta* L.

Aristolochia baetica L., spärlich, iberisch-mauritanisch (nördlich bis Tarragona).

Viola arborescens L.

▲*Ruta chalepensis* L., *v. angustifolia* (Pers.) Wk.

△*Lobularia maritima* Desv.

●*Cakile maritima* Scop.

▲*Psoralea bituminosa* L.

▲*Trifolium stellatum* L.

Astragalus sesameus L.

Ononis ornithopodioides L., südlich-mediterran.

●*Eryngium campestre* L.

▲● *Torilis nodosa* (L.) Gärtn.
▲ *Teucrium polium* L. (fl.) s. spec. *capitatum* (L.) Briq.
Lithospermum fruticosum L., *var. intricatum* Briq. var. nov. (1907[1]).
Sideritis leucantha Cav. *v. paucidentata* Willk. u. Lge., iberisch-mauritanisch.
Teucrium pseudochamaepitys L.
Teucrium buxifolium Schreb., entoiberisch.
Teucrium Freynii Reverchon, nächst verwandt mit *T. cinereum* Boiss.
△ *Ajuga iva* Schreb. (fol.)
▲● *Marrubium vulgare* L.
△ *Convolvulus althaeoides* (L.) Sm.
▲● *Plantago coronopus* L.
▲ „ *lagopus* L.
△ *Vaillantia muralis* L.
▲● *Sherardia arvensis* L.
△ *Galium saccharatum* All.
△ *Galactites tomentosa* Mönch
△ *Carduus pycnocephalus* L.
▲ *Urospermum picroides* (L.) Desf.
Senecio linifolius L.
▲ *Calendula arvensis* L.
△ *Evax pygmaea* (L.) Pers.
△ *Asteriscus maritimus* Less.
Anacyclus valentinus L.

14. Zur Flora der Umgebung von Murcia.

1. IV. 1905.

Murcia liegt mitten in einer weiten Ebene, deren Boden aus feinstem, sandigem Lehm besteht. Vom Turme der Kathedrale überblickt man die Stadt und die sie umgebende gewaltige, üppig grüne Huerta. Getreidefluren, auf denen auch noch Mandelbäume und besonders viel Maulbeerbäume angepflanzt sind, erstrecken sich über beinahe unabsehbare Flächen. Murcia ist ein Zentrum der Seidenraupenzucht. Am Rande dieser Gartenlandschaft werden auch viel Johannisbrot- und Olivenbäume gehalten. In der Ferne schliessen sich die Bäume mehr und mehr zusammen und täuschen so eine Waldlandschaft vor. Hin und wieder erhebt sich, alles überragend, eine vereinzelte Dattelpalme. Staubige Strassenzüge verbinden die meist am Gebirgsrande gelegenen Ortschaften und in unzähligen Windungen durchzieht die gelbbraune Segura befruchtend das Gelände. Begrenzt wird das Bild durch einen gewaltigen Kranz kahler Sierren. Wie ein feiner Nebel zieht sich ein heller Streifen längs dem Rande der Berge — es ist der Hitzedunst, die calina, und die aufgewirbelte, feine Staubwolke, welche fast stets über der Steppe lagert.

Um Murcia ist das kleinste Stück Land der Kultur unterworfen, so dass die ursprüngliche Flora ganz verschwunden ist. Will man

[1]) Briquet l. c. pag. 105.

dieselbe kennen lernen, so muss man die kahlen Berglandschaften der weiteren Umgebung durchwandern oder man besucht den ca. 7 km im Nordosten der Stadt gelegenen Monteagudo, der sich ähnlich Valeria und Tourbillon bei Sitten, aus der umgebenden Ebene erhebt. Rossmässler vergleicht ihn mit einem spitzen Maulwurfshügel, mitten in einer grünen Wiesenfläche. Der untere Teil des Hügels ist völlig mit einem eigentlichen Wald von *Opuntia Ficus indica* Mill. und *Agaven* bedeckt, zwischen dem stacheligen Gestrüpp muss man sich förmlich durchwinden und verliert dabei jedes Orientierungsvermögen; dann folgt über einige Felsen eine kurze Kletterei zu einer den Gipfel krönenden maurischen Burgruine. Hier oben ist anfangs April bereits alles dürr und verbrannt, wie etwa die Walliser Felsenheide gegen Ende des Hochsommers. Am Fuss des Monteagudo stehen in fürchterlich heisser Lage einige ärmliche Häuschen, zum Teil unter Opuntien ganz versteckt, zum Teil wie Schwalbennester an den Felsen angeklebt.

Die Ausbeute war nicht gross, aber um so reicher an biologisch und pflanzengeographisch interessanten Arten. Im Opuntiengestrüpp entfaltet bereits an steinig-felsigen Stellen der Kappernstrauch (*Capparis spinosa* L.) seine grossen Blüten, und eine strauchige Solanacee mit verhältnismässig grossen Blattflächen (*Withania frutescens* Pauq.) sucht zwischen dem stacheligen Gebüsch Schutz, sowohl gegen die sengende Hitze, als auch gegen die Nachstellungen der Ziegen. Unter ähnlichen Verhältnissen vegetiert die einzige Nyctaginee Europas, eine sonst ganz subtropische Familie, die ▲*Boerhaavia plumbaginea* Cav. Auf den felsigen Stellen sammeln wir: *Lavatera maritima* Guoan; der Blattfilz dieser Pflanze ist hier dichter und die Blattfläche selbst kleiner als anderswo, dann die schon in voller Blüte stehenden sparrigen Kleinsträucher von *Asparagus horridus* L. Biologisch wohl der interessanteste Vertreter ist aber *Lycium intricatum* Boiss., ein 2 bis 4 Fuss hoher Strauch mit zahlreichen, allseits abstehenden, verdornten, bis 10 cm langen Zweigen, welche an Kurztrieben kleine, spatelige, leicht abfällige, sukkulente Blättchen tragen. Jeder Kurztrieb trägt an seinem Ende eine einzige langgestielte röhrenförmige, violette Blüte. Auf dieser sonnenverbrannten Steppeninsel sind von Steppenpflanzen auch noch ▲*Carrichtera vellae* (L.) DC., ▲*Andropogon pubescens* Vis., ▲*Stupa parviflora* Desf. und endlich ▲*Stupa tortilis* Desf. und *Brassica Cossoneana* Boiss et Reut. vorhanden.

Eine nicht weniger interessante Exkursion ist die nach Fuensanta, einer Quelle, die am Südrande der Huerta von Murcia, eine gute Wegstunde von der Stadt, aus dem Berghang der Sierra de Columbares hervortritt. Prof. Wegelin in Frauenfeld hat dieselbe am

16. April 1905 besucht und ist so freundlich gewesen, mir die gesammelte Ausbeute zur Einsicht und zur Bestimmung zuzusenden. Rossmässler berichtet, dass die Fuensanta die einzige Quelle der umliegenden Berge sei. Das Wasser floss nach einer längeren Trockenperiode so spärlich, dass, um ein Glas zu füllen, fast eine halbe Minute erforderlich war. Doch diese Feuchtigkeit genügt immerhin, um in der schattigen Felsschlucht die Ansiedelung einiger hygrophiler Pflanzen zu ermöglichen, so z. B. der äusserst zierlichen *Sarcocapnos enneaphylla* DC., deren blaugrüne, neunfach zusammengesetzte Blättchen an den feuchten Felswänden, aus denen die Fuensanta herabträufelt, grünen. Aus der Mitte der kreisrunden Polster entsprossen die zarten Blüten. In Felsritzen finden sich hin und wieder auch Büsche der klebrigen, brüchigen *Lafuentea rotundifolia* L., ein südlicher Gebirgsendemismus, der nur von wenigen Sierren von Murcia und Granada bekannt ist. In Murcia kommt dieses monotypische Genus an vier Stellen vor: S. Miguel bei Orihuela, Fuensanta und Santa Catalina bei Murcia und bei Cartagena. Und in Granada gibt es sogar nur drei Fundstellen: Velez de Benandalla, um Almeria und Malaga. Diese Scrophulariacee, welche gewöhnlich dem Verwandschaftskreis der Gattung Digitalis zugezählt wird, hat weisse Blüten, die in dichten, vielblütigen, verlängerten Ähren stehen. An schattigen Stellen der Schlucht schliessen sich △*Lagurus ovatus* L., △*Vaillantia muralis* L., ▲ *Trifolium stellatum* L., △ *Galium saccharatum* All., △ *Rumex bucephalophorus* L., △*Ajuga iva* Schreb. und *Teucrium pseudochamaepitys* L. zu wirklichem Rasen zusammen. An den etwas frischeren Abhängen kommt es sogar zur Entwicklung eines spärlichen Monte bajo, doch die vorherrschende Formation ist Felsenheide mit Einstrahlungen einzelner Steppenelemente:

▲ *Bromus rubens* L.
▲● *Cynodon dactylon* (L.) Pers.
▲ *Aegilops ovata* L.
▲ *Stupa parviflora* Desf.
▲ „ *tortilis* Desf.
Coronilla juncea L.
▲ *Peganum harmala* L.
Phlomis lychnitis L.
Sideritis leucantha Cav.
Ballota hirsuta Benth.
▲ *Marrubium vulgare* L. *var. lanatum* Benth.
▲ *Marrubium alysson* L.
Convolvulus lanuginosus Desr.
△ *Asteriscus maritimus* Less.
Andryala ragusina L.

Willkomm erwähnt von der Fuensanta auch noch: *Kentrophyllum arborescens* Hook., eine strauchige Distel mit bis 4 cm dicken Holzstämmen; wir haben die Pflanze bei Orihuela gesammelt. Auf ihr und auf anderen Kompositenwurzeln schmarotzt die ▲ *Orobanche Muteli* F. Schultz. An steinig-felsigen Orten und in Felsspalten treffen wir *Linaria crassifolia* (Cav.) Kze. und die *Statice echioides*

L., auch die seltenen *Galium murcicum* Boiss. et Reut., *Erucastrum baeticum* (Boiss.) Nym. und *Brassica fruticulosa* Cyr. wachsen um die Fuensanta; die beiden ersten Pflanzen sind mikroiberische Arten (Murcia, Granada, Jaen), letztere besitzt ein südwestmediterranes (Spanien, Nordafrika, Sizilien, Neapel) Verbreitungsareal.

15. Die Steppen um und die Flora der Sierra von Orihuela.

2./3. IV. 1905; 31. III. u. 1. IV. 1906.

Orihuela liegt ebenfalls an der Segura, 22 km nordöstlich von Murcia. Im Süden des Städtchens breitet sich die fruchtbare Huerta aus, sie steht mit derjenigen von Murcia in direkter Verbindung. Da sich unmittelbar im Norden der Stadt die vollständig kahle Sierra von Orihuela erhebt (Tafel IV Fig. 6) und nur wenige Kilometer entfernt im Nordwesten und Nordosten sich Fels- und Grassteppen, sowie junges Kulturland ausbreiten, so eignet sich Orihuela vorzüglich als Standquartier zum Studium der Steppenflora. Willkomm sagt ganz zutreffend: Am Ausgang der Stadt auf der murcianischen Seite wird man plötzlich von dem Anblick der das weite Seguratal erfüllenden, von 24 Ortschaften übersäten Huerta überrascht, deren dunkles, saftiges Grün mit den angrenzenden graugelben Steppenfluren und der entsetzlich dürren Sierra einen dem Auge sehr wohltuenden Kontrast bildet. Auf unseren beiden spanischen Reisen haben wir in Orihuela je einige Tage zugebracht.

I. Zur Flora der Vorhöhe der Sierra von Orihuela.

(Tafel IV Fig. 6.)

Von der Stadt führt eine schöne Strasse zu den, etwa 120 m höher gelegenen, ausgedehnten Gebäulichkeiten des Seminario de San Miguel; dann aber geht es ohne Weg über Steingeröll und nackte Kalkfelsen bis zu der den Gipfel krönenden maurischen Burgruine, wo wir, von der drückenden Aprilhitze ganz erschlafft, im Schatten des Gemäuers Schutz vor der direkten Besonnung suchen.

Wer je eine solche Sierra bei klarem Wetter besucht hat, dem wird sich dieses Bild wohl für immer eingeprägt haben. Jede hat ihre Spezialflora, der Endemismus ist ein ganz gewaltiger. Doch es braucht oft eine beinahe übermenschliche Anstrengung, um der so hoch interessanten Flora nachzugehen, denn der nackte Fels strahlt alle Wärme und alles Licht zurück. Kein Schatten weit und breit, kein Luftzug erfrischt den Wanderer. Geröll, Schutt und anstehender Fels beanspruchen wohl 95% der Oberfläche des Bodens;

die Vegetation ist daher sehr offen, so offen, dass man beinahe von Felswüsten sprechen könnte. Wenn diese Berge endlich noch von Ziegenherden abgesucht worden sind, und das ist fast immer der Fall, so kann man sich leicht eine Vorstellung davon machen, was dem sammelnden Botaniker noch einzuheimsen übrig bleibt, — es ist herzlich wenig. Von den physischen Anstrengungen ganz in Schweiss gebadet, werden die Sinne förmlich betäubt und abgestumpft; ganz mechanisch zieht der Wanderer weiter. Der fast in ewigem Blau prangende Himmel, einer der klarsten Europas, breitet sich über ihm aus.

a) Flora zwischen der Stadt und dem Seminario de San Miguel.

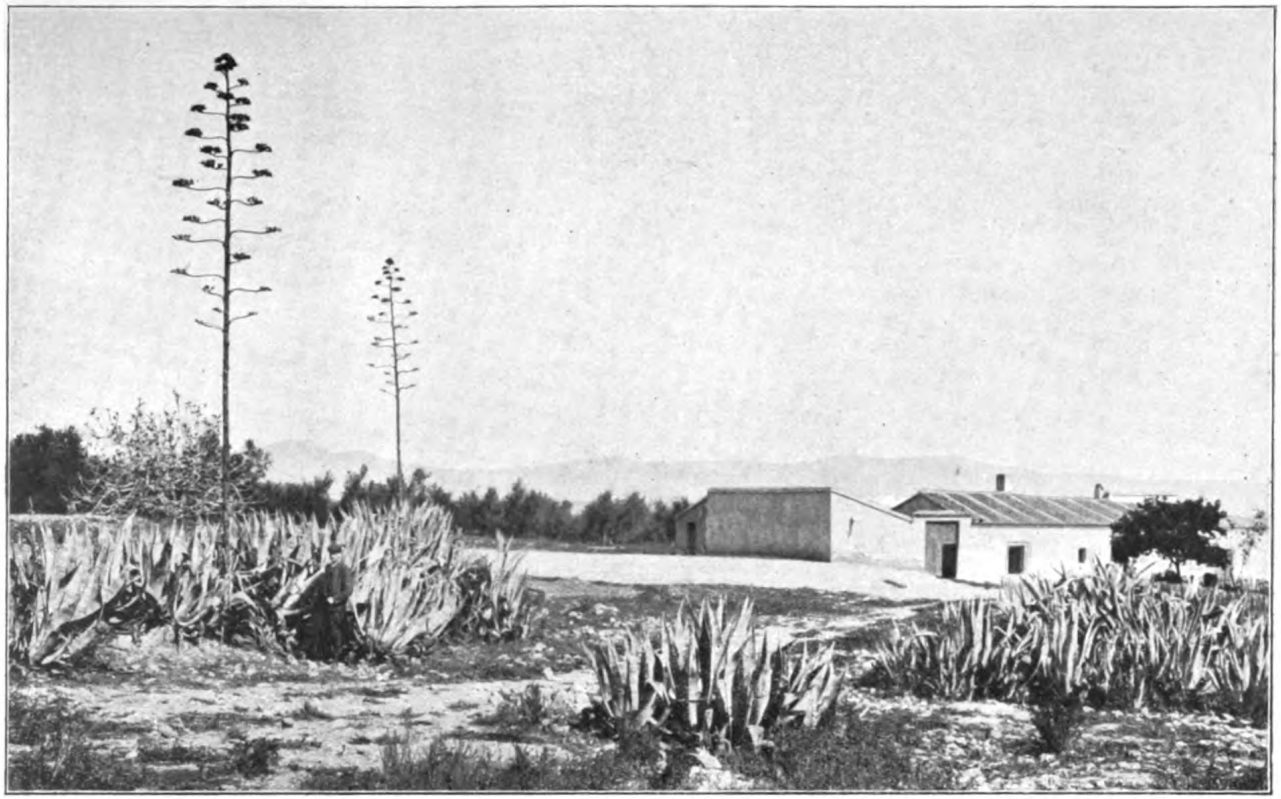
Diese Flora ist ziemlich unansehnlich, sie besteht zumeist aus verbreiteten Arten der Felsenheide oder es sind Ruderalpflanzen.

△ *Asphodelus fistulosus* L., reichlich, jedoch bereits in Frucht und am Absterben.

Uropetalum serotinum Ker. fl. (fr.)
▲ *Mesembryanthemum nodiflorum* L.
△ *Lobularia maritima* Desv.
△ *Paronychia argentea* Lam.
▲ *Psoralea bituminosa* L.
● *Eryngium campestre* L.
▲● *Erodium cicutarium* (L.) L'Hérit.
▲ *Vaillantia hispida* L.
△ *Galium saccharatum* All.
△ *Sideritis romana* L.
▲● *Marrubium vulgare* L.
▲ *Echium italicum* L.
△ „ *plantagineum* L.
△ *Convolvulus althaeoïdes* (L.) Sm.
▲● *Anagallis arvensis* L., s. spec. *coerulea* Schreb.
△ *Picridium tingitanum* Desf.

b) Vegetation über dem Seminario de San Miguel.

α) Typische Felsenpflanzen: *Centaurea ornata* W., eine Prachtspflanze mit grossen, intensiv orangegelben Köpfchen, deren Hüllkelche zierlich regelmässig bewimpert sind und in einen langen, abstehenden Dorn endigen. Die basalen Teile der Blätter und der untere Stengelabschnitt sind stark weisswollig, die Blattflächen dagegen nur spärlich behaart. *Centaurea ornata* W. ist eine auf die Gebirge Zentral-, Ost- und Südspanien beschränkte Pflanze, die nördlichsten Standorte gehören Aragonien an. *Teucrium buxifolium* Schreb. ist ein kleines Felssträuchlein; die bis fingerdicken Pfahlwurzeln sitzen tief in den Felsspalten und entwickeln eine Reihe kleiner, hin und her gebogener, knorrig-weissfilziger Ästchen, welche mit zahlreichen lanzettlichen, am Rande eingerollten und auf der Unterseite durch Filzhaare weisslichen Blättchen besetzt sind. Diese



Phot.: P. Bohny.

Fig. 11. Caserio im Tale des Rio dulce, nordöstlich von Orihuela. Kulturinsel umgeben von Steppenlandschaften.

Im Hintergrund jüngere Oelbaumkulturen; vor der Niederlassung ein ovaler ausgeebneter Platz, zur Erntezeit als Tenne dienend; am Flurweg Agaven mit bis 8 m hohem Blütenkandelaber und ein Feigenbaum, dazwischen Reste der Steppenflora (pag. 77 und 137).

Art hat noch ein beschränkteres Verbreitungsareal, denn sie findet sich nur in Valencia, Murcia und Granada. *Withania frutescens* Pauq. ist ebenfalls hier wieder anzutreffen, aber nur in kleinen, verbissenen, krüppeligen Exemplaren, deren Zweiglein an den heissen, nach Süden exponierten Felsen angepresst sind. Die Blätter sind viel kleiner als bei der Schattenform der Opuntia Ficus indica-Bestände, wie sie uns vom Monteagudo bekannt ist. Diese Withania ist auch eine iberisch-mauritanische Pflanze, deren Hauptverbreitungszentrum in Nordafrika liegt, europäischen Boden erreicht diese Art nur im südlichen Spanien; Orihuela bezeichnet ihre Nordgrenze. Auch die *Lavatera maritima* Guoan fehlt nicht und △*Capparis spinosa* L. entwickelt soeben ihre diesjährigen Triebe.

β) An Felsblöcken und zwischen Geröll und Schutt wachsen:

▲ *Notolaena vellea* Desv.
▲ *Piptatherum coerulescens* P. B.
Asparagus albus L.
„ *horridus* L. f.
△ *Asphodelus fistulosus* L., massenhaft, jedoch schon vergilbt und absterbend.
Polygala rupestris Pourr.
Rhamnus lycioides L., als spalierartig dem Boden angepresster Kleinstrauch.
● *Ononis natrix* L.
▲ *Ruta chalepensis* L. v. *angustifolia* (Pers.) Wk.
Fumana laevipes Spach
▲ *Plantago albicans* L.
Thymus vulgaris L., stellenweise sehr reichlich, beinahe reine Tomillares bildend.
▲ *Teucrium polium* L. s. spec. *capitatum* (L.) Briq.
Teucrium pseudochamaepitys L., vereinzelt, zwischen Gestrüpp.
Sideritis leucantha Cav. var. *paucidentata* Willk.
Sideritis glauca Cav., mit langen rutenartigen Trieben und entfernt schuppenförmigen Blättchen, ist den Felsen angepresst und bildet eigentliche Polster, doch sind dieselben von den Ziegen meist ganz verfressen.
Lavandula multifida L.
Phagnalon saxatile Cass.
Zollikoferia pumila (Cav.) DC.
▲ „ *resedifolia* Coss.

Die für uns neuen Arten sind entweder südlich-mediterrane Elemente oder Pflanzen von iberisch-mauritanischer Verbreitung. Die genauere pflanzengeographische Analyse soll im folgenden Abschnitt erörtert werden.

II. Steppen nordwestlich von Orihuela.

Steinig dürre Hügel, wiederholt von Felsbändern oder von Felsriffen unterbrochen, breiten sich unmittelbar am Fuss der Sierra von Orihuela, nordwestlich von der Stadt, aus. Die grosse Fahrstrasse nach Murcia verläuft längere Zeit zwischen der fruchtbaren Huerta

und diesen trostlosen, jedoch immer eine reiche Flora aufweisenden Felssteppen. Unmittelbar vor Orihuela ist der Versuch gemacht worden, dieses Gelände durch Anpflanzen von Opuntien der Kultur zugänglich zu machen. Gegen den Frass des Kleinviehs trefflich geschützt, gedeiht im Schatten der indischen Feige wieder die *Withania frutescens* Pauq. und △ *Hyoscyamus albus* L.

Die Vegetation besteht hauptsächlich aus Steppenpflanzen, doch sind auch Arten der Felsenheide in grösserer Zahl vorhanden (60 spec.).

Lygeum spartum L.
△ *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S.
▲ *Köleria phleoides* (Vill.) Pers.
▲ *Phalaris minor* Retz
Bromus rubens L.
△ *Melica minuta* L.
Asparagus albus L.
„ *horridus* L. f.
Uropetalum serotinum Ker., eine hyacintenartige Zwiebelpflanze mit eigentümlich schmutzig braungelben Blüten.
Gynandriris sisyrinchium Parl.
△ *Asphodelus fistulosus* L.
Reseda leucantha Hegelm.
Alsine procumbens Frzl.
Ononis minutissima L.
▲ *Psoralaea bituminosa* L.
△ *Scorpiurus subvillosa* L.
△ *Hippocrepis multisiliquosa* L.
Genista murcia Coss., Felsen.
Matthiola parviflora (Schousb.) DC.
Biscutella auriculata L.
„ *v. erigerifolia* DC.
● *Ononis natrix* L.
▲ *Ruta chalepensis* L. v. *angustifolia* (Pers.) p. sp. Willk.
△ *Rumex bucephalophorus* L.
Euphorbia sulcata De Lens.
„ *falcata* L.
△ *Thesium divaricatum* (Jan.) DC., Felsen.
Polygala rupestris Pourr.
△ *Paronychia nivea* DC.
Herniaria polygonoides Cav.
▲● *Fumana procumbens* (Dunal) Gren. Godr.
Fumana laevipes Spach
△ „ *viscida* Spach
Helianthemum pilosum (L.) Pers. var. *tomentellum* Wk.
▲ *Reseda alba* L.
△ *Convolvulus althaeoides* (L.) Sm.
„ *lanuginosus* Desr. v. *sericeus* Boiss.
▲ *Teucrium polium* L.
Teucrium pseudochamaepitys L.
▲● *Marrubium vulgare* L. fol. (fl.)
▲ *Marrubium alysson* L.
△ *Sideritis romana* L.
„ *leucantha* Cav. var. *paucidentata* Willk. et Lge.
Phlomis lychnitis L.
Thymus vulgaris L.
„ *Zygis* L.
Lavandula multifida L.
Cynoglossum cheirifolium L.
△ *Statice limonum* L. mit jungen Blütentrieben.
▲ *Plantago albicans* L.
Andryala ragusina L.
▲ *Atractylis cancellata* L.
Helichrysum stoechas DC.

Helichrysum stoechas v. *caespitosum* Wk.
▲ *Evax pygmaea* (L.) Pers.
Micropus bombycinus Lag.
▲ *Pallenis spinosa* Cass.
▲ *Phagnalon rupestre* DC. v. *pedunculare* Wk.
▲ *Picridium tingitanum* Desf.
Zollikoferia pumile (Cav.) DC.
▲ *Zollikoferia resedifolia* Coss.

III. Reste von Grassteppen am unteren Rio Dulce nördlich von Orihuela.

Wir verlassen Orihuela auf der Landstrasse nach Callosa. Naturhecken aus stacheligen Mimosen oder aus den knorrigen, weidenähnlichen Gestalten der *Tamarix gallica* L. mit ihren zarten, schuppenartigen Laubblättern und schlanken Blütenkätzchen umzäumen das auf beiden Seiten der Strasse liegende Kulturland.

Das Vegetationsbild zeigt folgenden Wechsel:

1. Palmenhain, ziemlich grosse, etwa 50 bis 60 Jahre alte Anlage mit zahlreichen Norias. Die Bewässerung erfolgt demnach hauptsächlich durch das Grundwasser. Im Palmenhain wird massenhaft Gerste angepflanzt, dieselbe ist schon beinahe schnittreif.

2. Olivenkulturen und daneben auf demselben Boden stets noch eine zweite Feldfrucht: Gerste oder seltener Hafer. Die Gerste (*Hordeum distichon* L.) ist öfters von *Ustilago Jensenii* Rostr. befallen und der Hafer (*Avena sativa* L.) wird vom Haferbrand (*Ustilago Avenae* Pers.) heimgesucht. Zwischen den Getreidefluren finden sich auch noch einige kleinere Parzellen der Gemüse-Platterbse (▲ *Lathyrus sativus* L.).

3. Reine Kulturen von Ölbaum oder Getreide. Der Ölbaum tritt öfters in einer auffallend lang- und schmalblätterigen Form auf (Blattspreite bis 8 cm lang und nur 8 mm breit). In diesen Kulturen, wie auch längs dem Feldweg fand sich eine grössere Zahl von Unkräutern:

Nigella damascena L. v. minor Boiss. = *N. Bourgaei* Jord.
▲ *Adonis microcarpa* DC. var. *dentata* Coss. = *A. cupaniana* Guss.
▲ *Roemeria hybrida* (L.) DC.
▲● *Glaucium corniculatum* (L.) Curtis.
Notoceras bicorne (Ait.) Amo.
▲● *Lepidium draba* L.
△ *Sisymbrium polyceratium* L.
▲● *Rapistrum rugosum* (L.) Bergeret.
● *Vicia hybrida* L.
▲ *Coronilla scorpioides* (L.) Koch
▲ *Lathyrus cicera* L.
Oxalis cernua Thunb. = *O. libyca* Viv.
Euphorbia serrata L.
Euphorbia Lagascae Spach

△ *Momordica elaterium* L. △ *Convolvulus althaeoides* (L.) Sm., auffallend kleinblütig.
△ *Antirrhinum majus* L.
△ *Anacyclus clavatus* Pers.

4. Felsenheiden, z. T. vom Typus der

α) Passerinaheide mit ▲ *Passerina hirsuta* L. als Leitpflanze. Begleitpflanzen: ▲● *Fumana procumbens* (Dunal) Gr. Godr., *F. laevipes* Spach, *F. viscida* Spach, ▲● *Helianthemum salicifolium* (L.) Mill., *Biscutella auriculata* L., ▲*Ruta chalepensis* L. var. *angustifolia* (Pers.) Wk., ▲● *Anagallis arvensis* L. s. spec. *coerulea* Schreb., ▲ *Lithospermum apulum* Vahl., *Cynoglossum cheirifolium* L., ▲ *Teucrium polium* L., ▲ *Phagnalon rupestre* DC.

β) Tomillares mit Vorherrschen der Labiaten, besonders *Thymus vulgaris* L. und ▲*Teucrium polium* L.

5. Steppeninseln. Die Steppeninseln sind Überreste der Litoralsteppe, welche jedoch in der Umgebung von Orihuela mehr und mehr durch ausgedehnte Olivenkulturen oder durch unabsehbare Getreidefluren verdrängt wird. Am besten hat sich die Steppe noch, in etwas erhöhter Lage, in einzelnen inselartigen Parzellen, an den rechtsseitigen Vorbergen des Rio Dulce erhalten; doch schieben sich selbst hier überall die Anpflanzungen der Oliven, sowie auch einige kleine Wäldchen von Aleppokiefern (△ *Pinus halepensis* Mill.) zwischen die Reste der ursprünglichen Pflanzenwelt ein. Durch diese Olivenhaine verlaufen Feldwege; an denselben, wie auch auf den schmalen, meist nur 1 bis 3 m breiten Landstreifen, welche die einzelnen Besitzungen voneinander trennen, treten jedoch überall Steppenpflanzen auf. In diesem Grenzgebiet zwischen Natur- und Kulturland werden gelegentlich auch noch kleine Äckerchen mit Linsen (*Lens esculenta* Mönch), Kichernerbsen (*Cicer arietinum* L.) oder linsenartiger Wicke (*Vicia ervilia* [L.] Wild.) bestellt.

Stundenweit voneinander entfernt liegen einige Caserios[1]), sie sind stets umgeben von Agaven, deren vorjährige verholzte Blüten-

[1]) **Uebersicht der Besiedelungsverhältnisse im Gebiete der Litoralsteppe.**

A. Einzelsiedelungen.

I. Schilfhütten (Tafel X Fig. 17). Es sind die primitivsten Niederlassungen der Hirtenbevölkerung. Die Hütte ist rasch gebaut. Einige Pfosten aus Ölbaum- oder Aleppoföhrenholz, nur dürftig zugehauen, bilden das Gerippe; die Wände bestehen aus verflochtenen Matten der Halme des italienischen Rohres (Arundo Donax L.). Zur Bedeckung des Daches wird Halfa oder wo dasselbe fehlt, die Albardine verwendet. Gegen die brennende Hitze des Tages gewährt diese Hütte den Steppenbewohnern einigen Schutz; solid braucht sie nicht zu sein, denn mit der Herde führt auch der Hirte ein Nomadenleben.

II. Lehmhütten (Tafel VIII Fig. 12). Der Bau stimmt ganz mit der Schilfhütte überein, doch sind die Wände mit Lehm verdichtet und verstrichen. Solche Lehmhütten sieht man öfters in der Huerta. Bald werden sie nur als vorüber-

kandelaber noch stehen und bis über 8 m Höhe erreichen. Neben diesen primitiven Niederlassungen fehlt wohl auch nie ein kreisrunder, ausgeebneter, ca. 25 bis 30 m im Durchmesser messender Platz, der zur Erntezeit als Tenne dient, denn das Getreide wird hier immer in der freien Natur gedroschen. Regen kennt man zu dieser Jahreszeit nicht. Diese Caserios sind die eigentlichen Pioniere der Kultur.

Der Boden dieser Steppeninseln ist nicht felsig, sondern bald steinig, bald sandig-mergelig. Die Flora ist arm an Arten, besteht sie doch nur aus verhältnismässig wenigen, allerdings meist massen-

---

gehende Sommersitze benutzt, zur Zeit der Bewirtschaftung der öfters in einiger Entfernung von der Stadt gelegenen Huerta; die ärmere Bevölkerung lebt aber öfters auch ständig in denselben.

III. Höhlenwohnungen (Tafel XII Fig. 20). Im Gebiet der Litoralsteppe und in Andalusien sind oft am Fuss der Gebirgszüge oder am oberen Rande von Plateaus Höhlen in den anstehenden Kalk- oder Sandstein ausgehauen. Tausende von Menschen leben noch heute in Südspanien in solchen Höhlenwohnungen. Es ist das nur in einem Lande mit mediterranem Klima und mit wenig Niederschlägen möglich. In der heissen Jahreszeit sind diese Wohnungen kühl, im milden Winter dagegen verhältnismässig warm. Der Eingang zu diesen Wohnstätten ist gemauert; nur durch eine schmale Türe gelangt man ins Innere. Von der Wohnung sieht man sonst nichts als den Schornstein, welcher in einiger Entfernung vom Plateaurand direkt aus dem Boden entspringt. Bei Callosa vor Orihuela sahen wir zuerst solche Höhlenwohnungen. Es sind nicht immer Einzelansiedelungen, selbst in grösseren Städten gibt es zuweilen ganze Quartiere, so in Guadix und ein Teil des Zigeunerviertels in Granada.

IV. Caserios (Tafel VII u. XI) sind ursprünglich immer als die ersten bleibenden Ansiedelungen in dem in Kultur genommenen Steppenland aufzufassen. Die Caserio besteht immer nur aus einem Erdgeschoss, welches selten über 3 m Höhe erreicht; das flache Dach ist mit Rinnenziegeln bedeckt, eine Öffnung, welche durch eine schwere Holztüre geschlossen werden kann, führt in das Innere, das meist nur zwei Räume umfasst: einen Schlafraum und einen Wohnraum mit Herd. Der Boden besteht aus gestampfter Erde. Fensteröffnungen sieht man nur wenige, zuweilen sogar gar keine; so wird dafür gesorgt, dass die Hitze nicht so leicht in die Wohnung dringen kann. Die Fenster sind zudem oft vergittert; die Abgelegenheit dieser Wohnungen lässt diesen Schutz als vollständig gerechtfertigt erscheinen. Vor denselben befindet sich zuweilen ein primitiver Backofen; die äusseren Mauerflächen sind bald ohne Verputz, bald blendend weiss. Die Caserios finden sich besonders an der Peripherie der Huertas, im sog. Secano, d. h. im nicht bewässerten Kulturland, im Grenzgebiet zwischen Huerta und Naturland. Die Caserios sind stets umgeben von jungen Anpflanzungen von Oliven und Ceratonien; auch Gruppen von Feigen- oder Mandelbäumen fehlen selten; öfters sieht man in der Nähe dieser Wohnungen auch noch Wintergetreide, dagegen werden Reben nur ausnahmsweise angepflanzt. Ein ovaler, etwa 30 m im Durchmesser erreichender, ausgeebneter Platz dient unter freiem Himmel zur Erntezeit als Tenne (Tafel VII). Längs der mit Agaven besetzten Flurwege und zwischen den Kulturen begegnen uns noch überall die Reste der Steppenflora.

V. Posadas (Tafel V). Es sind grössere Gebäudekomplexe, die, wenn immer möglich, an den Kreuzungspunkten wichtiger Strassenzüge errichtet werden, zuweilen liegen sie aber auch mehr oder weniger abseits von den grossen Verkehrsadern, denn die Anlage derselben richtet sich in erster Linie nach dem Vorhandensein von Wasser. Die Posadas enthalten Unterkunftsräume und Stallungen für die Zug- und

haft auftretenden Pflanzen. Die vorherrschenden Arten dieser Steppen sind fast alles Saftpflanzen, Rutengewächse oder Pflanzen mit mehr oder weniger verkümmerten Schuppen- oder Nadelblättern; auch Filzpflanzen sind ziemlich häufig.

Im Gebiet des Rio Dulce waren offenbar einst ausgedehnte Grassteppen vorhanden. Selbst heute noch lassen sich zwei Typen unterscheiden:

a) Die Halfasteppe (Tafel IV Fig. 7), besonders an den Talhängen und auf den Hügeln mit steinig-dürrem Boden. *Macrochloa tenacissima* Kth., das Esparto- oder Halfagras ist Leitpflanze. Dieses stattliche Gras bildet immer Horste. Aus einiger Entfernung sehen daher die mit Halfa bedeckten Hügel wie das Fell eines Panters aus. Zwischen den mehr oder weniger entfernt stehenden Stöcken und zwischen den Halmen der Büschel finden sich stets massenhaft Steppenschnecken, besonders die weisse *Helix albida*.

Die Begleitpflanzen der Halfasteppe sind:

▲ *Stupa tortilis* Desf.
▲ *Andropogon pubescens* Vis.
Avena filifolia Lag.
△ *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., beginnt zu blühen.
Asparagus horridus L. f.

Saumtiere, die oft zu grossen Karawanen vereinigt den Transport der Nahrungsmittel und anderer Bedürfnisgegenstände des täglichen Lebens vermitteln. Posadas sind demnach Fuhrhaltereien, die in einem Lande wie Spanien, wo das Eisenbahnnetz noch so wenig ausgebaut ist, im Verkehrsleben immer noch eine sehr bedeutsame Rolle spielen. Posadas finden sich auch in allen grösseren Städten, in kleineren Orten sind es nicht selten die einzigen Unterkunftsmöglichkeiten. In jeder Posada liegt im Mittelpunkt der Anlage ein grosser Hof, in dem ein ganzer Wagenpark Aufstellung finden kann und der rings von Stallungen, Wohn- und Vorratsräumen umgeben ist. Nachts wird die Einfahrt durch ein gewaltiges hölzernes Tor geschlossen. Textfigur 4 gibt den Grundriss einer Posada.

B. Geschlossene Niederlassungen.

Dörfer oder Weiler mit offener Bauweise und mit nur einigen Hundert oder sogar weniger als hundert Einwohner zählenden Bevölkerung haben wir in dem von uns bereisten Teil Südostspaniens keine angetroffen. Neben den Einzelwohnungen gibt es im Gebiet der Litoralsteppe nur noch kleinere oder grössere Städte mit wenigstens tausend Einwohnern. Die Bauweise dieser Städte ist immer eng, eine Erinnerung an einst oft unruhige Zeiten. Die fast immer mit einer Azulejoskuppel versehene Kirche oder die weitläufige Anlage einer Posada bilden den Mittelpunkt der öfter nur aus wenigen langen, parallelen Gassen und einigen Querstrassen bestehenden Ortschaft. Die Regenarmut des Landes findet in den flachen Dächern der Häuser ihren beredten Ausdruck. Wenigstens in der Hauptstrasse hat fast jedes Fenster seinen kleinen Balkon. Im Zentrum jeder Huerta liegt eine grössere Stadt, nach der die Huerta ihren Namen erhalten hat. Ist die Huerta gross, so umfasst dieselbe ausser der Hauptstadt noch eine mehr oder weniger grosse Zahl von Nebenstädten, die sich im Kreis um die Metropole anordnen. Die Huerta v. Elche besteht nur aus der ca. 34000 Einwohner zählenden Stadt (Tafel III Fig. 5); die Huerta v. Valencia umfasst ausser der gleichnamigen Stadt (mit ca. 200000 Einwohnern) einige dreissig Nebenstädte.

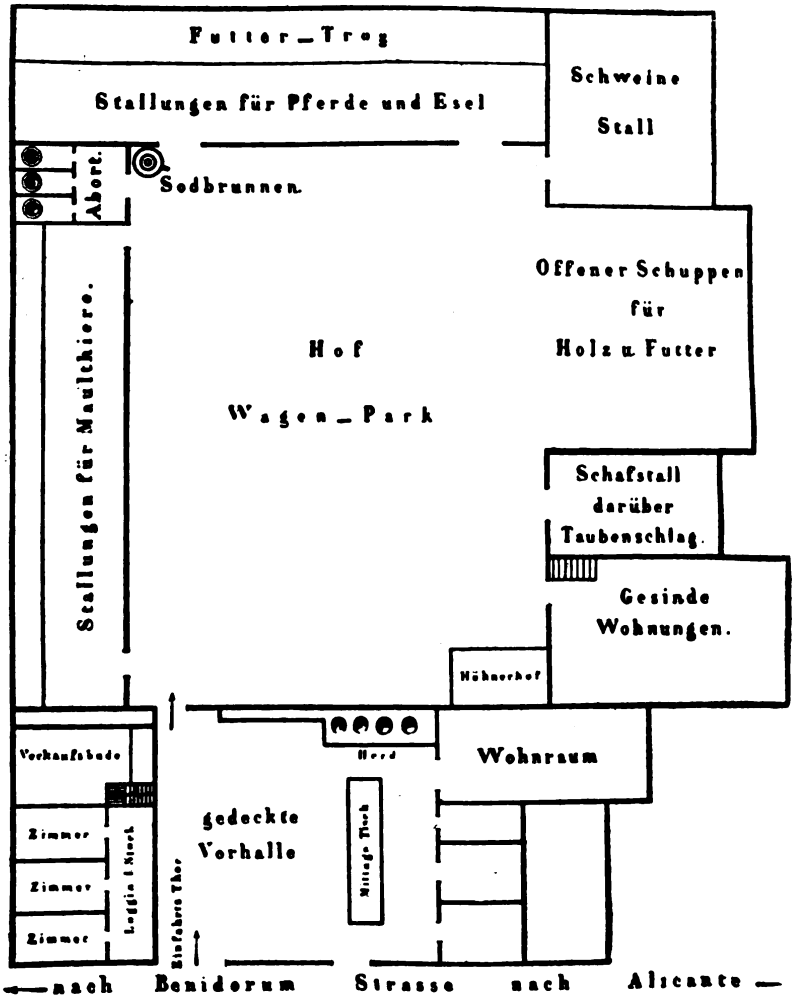


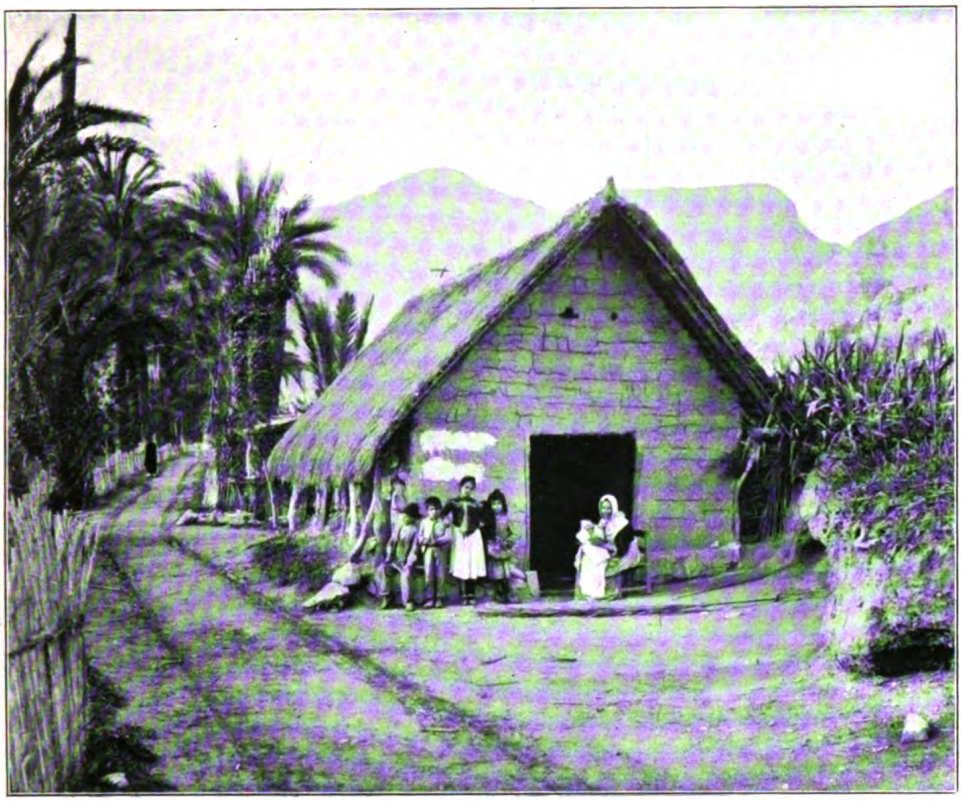
Fig. 4. Grundriss einer Posada.

Eine breite, durch ein gewaltiges, hölzernes Tor verschliessbare Einfahrt führt unter dem Wohnhaus in den grossen, rings von Stallungen und Vorratsräumen umgebenen Hof; ein ganzer Wagenpark kann in demselben Aufstellung finden. Neben Lebensmitteln (Orangen, Oliven, Getreide etc.) und Baumaterialien lagern hier zeitweise grosse Mengen von Halfagras, welche aus den Steppengebieten nach den Bahnstationen oder direkt nach den Einschiffungshäfen verfrachtet werden. Viele Wagen sind wieder mit Korbwaaren oder mit Seilen, die aus Halfa hergestellt worden sind, beladen. Je nach der Grösse der Posada enthalten dieselben Unterkunftsräume für 50 bis 200 Zugtiere, Pferde, Maultiere und Esel. Die Stallungen sind oft fürchterlich schmutzig, aber dafür gelegentlich mit elektrischer Beleuchtung versehen. Wer das spanische Volksleben kennen lernen will, darf nicht versäumen, solche Posadas als Nachtquartier zu benutzen.

Gladiolus illyricus Koch, reichlich und in voller Blüte.
▲ *Passerina hirsuta* L.
Mercurialis tomentosa L.
▲ *Plantago albicans* L.
Polygala rupestris Pourr.
● *Eryngium campestre* L. (fol.)?
Fumana laevipes Spach
Helianthemum pilosum (L.) Pers. var. *tomentellum* Wk., reichlich.
Astragalus sesameus L.
„ *sinaicus* Boiss.
Thymus vulgaris L. (fl.)
Thymus Zygis L., reichlich.
△ *Rosmarinus officinalis* L., z. T. fl. albo.
▲ *Artemisia herba alba* Asso
„ *Barrelieri* Bess.
△ *Evax pygmaea* (L.) Pers.
Helichrysum stoechas DC.
▲ *Zollikoferia resedifolia* Coss.

b) Die Lygeumsteppe (Albardine) dominiert besonders auf dem feinsandig-mergeligen Boden der weiten Niederung des unteren Rio Dulcetales, soweit die Kultur noch nicht vom Land Besitz genommen hat. Öfters ist der Boden auch salzhaltig. Die Flora besteht teilweise aus den gleichen Arten, wie diejenige der Halfasteppe, als neue Elemente stellen sich jedoch eine grössere Anzahl von Sukkulenten ein, die in der Halfasteppe entweder fehlen oder jedenfalls doch nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen:

Lygeum spartum L., ein ausserordentlich zähes Steppengras, tritt als Leitpflanze massenhaft auf.
Phalaris paradoxa L.
▲ *Erianthus Ravennae* P.B., nächst verwandt mit dem Zuckerrohr; alle Pflanzen sind befallen und deformiert durch *Ustilago Sacchari* Rabenhorst (teste Dr. A. Volkart!).
Ephedra fragilis Desf., entwickelt bereits die diesjährigen, noch zarten Triebe.
Beta Bourgaei Coss. = *B. maritima* L. v. *macrocarpa* Guss.
Haloxylon articulatum (Cav.) Bunge.
△ *Atriplex halimus* L.
▲ *Suaeda fruticosa* (L.) Forsk.
▲ *Peganum harmala* L.
▲ *Passerina hirsuta* L., diöcisch.
△ *Osyris alba* L., sehr viel, überall sprossen dessen diesjährige junge Triebe hervor.
▲ *Polygonum equisetiforme* Sibth.
▲ *Plantago albicans* L.
Statice caesia Gird.
Tamarix gallica L.
Eruca sativa L. v. *stenocarpa* Coss. = *E. stenocarpa* Boiss. et Reut.
Moricandia arvensis (L.) DC.
Anthyllis cytisoides L., häufig.
Dorycnium suffruticosum Vill. v. *cuneifolium* Rikli, vereinzelt, in sehr schlanken bis über 1½ m hohen Exemplaren.
Coronilla juncea L.
Lavatera maritima Gouan



Phot.: P. Bohny.

Fig. 12. Lehmhütte mit Bedachung aus Halfagras am Rand der Huerta, nordöstlich von Orihuela.
Im Hintergrund die völlig kahle Sierra (pag. 76).

Phot.: R. Chodat.

Fig. 13. Noria, umgeben von einer kleinen Kulturoase.
Steppe, westlich Cartagena (pag. 134).

▲ *Teucrium polium* L. var. *capitatum* (L.) Briq.
Kentrophyllum arborescens Hook.
Scorzonera laciniata L. v. *intermedia* (Gr. Godr.).

B. Allgemeiner Teil: — Beiträge zur Kenntnis der Litoralsteppe.

Auf einer Reihe von Exkursionen haben wir einen Einblick in den Vegetationscharakter und in den Florenbestand der spanischen Litoralsteppe zwischen Villajoyosa und Murcia erhalten. Unser Bild der südostspanischen Steppengebiete wäre jedoch ohne Kenntnis der klimatischen Faktoren und der biologischen Anpassungserscheinungen der Pflanzenwelt an die ihr gebotenen eigenartigen Lebensverhältnisse sehr unvollständig, endlich drängt sich uns die Frage nach dem Ursprung dieser Steppenflora auf. Im Anschluss an unsere Exkursionsberichte soll daher noch je in einem Abschnitt Klima, Biologie und Pflanzengeographie der iberischen Litoralsteppe erörtert werden.

a) Klima.[1])

Zuverlässige, über eine Reihe von Jahren sich erstreckende meteorologische Daten, die allen Anforderungen der exakten modernen Meteorologie entsprechen würden, gibt es für Spanien kaum. Das Netz meteorologischer Stationen ist zudem sehr lückenhaft, die angewendeten Methoden und Instrumente meistens ungenügend, so dass das Bild des mittleren jährlichen Klimaganges, das wir auf Grund dieser Daten entwerfen, nur einen sehr relativen Wert beanspruchen kann; dies um so mehr, als ja zum Charakter der Steppe gehört, dass die Temperatur- und Niederschlagskurven in den einzelnen Jahren oft ganz gewaltige Unterschiede aufweisen. Aus dem Gebiet der Litoralsteppe liegen uns nur von Murcia, Cartagena und Alicante

---

[1]) a) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie Bd. IX (1874) p. 6 ff. — Klima von Murcia.

b) *Hellmann, G.,* Feuchtigkeit und Bewölkung auf der iberischen Halbinsel. Niederländisch meteorologisches Jahrbuch 1876. 48 S.

c) ***Resúmen de las observaciones meteorológicas***, efectuadas en la peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante 1876 ff. bis 1896.

d) *Hann, J.,* Handbuch der Meteorologie. ed II. Bd. III (1897) pg. 77 bis 88.

e) *Fischer, Th.,* Studien über das Klima der Mittermeerländer. Ergänzungsheft No. 58 zu Petermanns Mitteilungen 1879. 4°. 64 S. mit 7 Karten auf 3 Tafeln.

einigermassen brauchbare Daten vor, dieselben werden durch diejenigen von Valencia ergänzt. Sehr wünschenswert wären auch noch meteorologische Stationen in Elche, Orihuela und Lorca. Um einen Einblick in das Klima der spanischen Litoralsteppe zu erhalten, sind wir daher neben diesen Daten wesentlich noch auf die Berichte angewiesen, die uns fremde Forscher, welche längere Zeit in diesen Gebieten zugebracht haben, entwerfen. So wertvoll diese Berichte sind, so tragen sie eben doch den Stempel der Subjektivität.

Auf Grund der im „Resúmen de las observaciones meteorológicas" erschienenen meteorologischen Beobachtungen haben wir für die Jahre 1876 bis 1895 die wichtigsten klimatischen Daten berechnet. Es ist jedoch hervorzuheben, dass in Cartagena die Temperaturen erst seit 1877, die Regenmengen sogar erst seit 1880 notiert wurden. In Alicante wurde im Jahre 1880 eine zweite meteorologische Beobachtungsstation gegründet. Die beiden Stationen werden als Instituto und Mareografo unterschieden und ergeben ziemlich verschiedene Daten. Wir haben bis 1888 nur die Angaben des Instituto verwertet. Von 1889 ist jedoch diese Beobachtungsserie sehr unvollständig, so dass wir uns genötigt sahen, nun die vom Mareografo publizierten Angaben zu benützen und zwar von 1889 bis 1893. Von 1893 an ist dann Alicante im „Resumen" nur noch durch eine Anstalt, die jedoch nicht näher bezeichnet ist, vertreten. Um die folgenden Zusammenstellungen besser beurteilen zu können, geben wir zuerst eine kurze Übersicht der entsprechenden Daten von Zürich. Wir verdanken dieselben, wie auch die Einsicht in die Spezialliteratur der Güte von Herrn Dr. Maurer, Direktor der eidg. meteorologischen Zentralanstalt.

Meteorologische Daten von Zürich.

Mittlere Jahrestemperatur 37-jähriges Mittel: (1864—1900) = 8°,5 C.

Mittlere Monatstemperaturen:

I.	= — 1.4	V.	= 12,9	IX.	= 14,2
II.	0,8	VI.	16,5	X.	8,4
III.	3,8	VII.	18,4	XI.	3,6
IV.	8,8	VIII.	17,3	XII.	— 0,6.

Absolutes Maximum 34,5 C (Lufttemperatur im Schatten) } Aus den Termin-Beobachtungen von $7^1/_2$ h, $1^1/_2$ h, $9^1/_2$ h.
Absolutes Minimum — 18,5 C }

Mittlere jährliche Regenmenge 1138 mm (1864—1903).
Grösste „ „ 1988 mm (1876).
Kleinste „ „ 737 mm (1865).
Grösste an einem Tage gefallene Regenmenge 171 mm (11. VI. 1876).

Mittlere jährliche Sonnenscheindauer 1693 Stunden (1886—1900).
Mittlere jährliche Bewölkung 6,3 „
Grösste mittlere, monatliche Bewölkung 8,0 „ (Dezember).
Kleinste „ „ „ 5,1 „ (August).

a) Thermische Verhältnisse.

I. Mittlere Monatstemperaturen in C°.

1. Cartagena.

Beobachtungsperiode	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1877—85	12,8	13,1	13,8	16,5	18,3	21,9	25,3	26,3	23,3	19,3	15,7	11,8
1886—95	**9,8**	10,5	12,6	14,6	17,4	21,1	24,—	24,1	22,3	18,5	14,7	11,3

In diesen 19 Beobachtungsjahren war der Juli 1880 mit einem Monatsmittel von 28°,1 der wärmste, der Januar 1891 mit nur 7°,7 der kälteste Monat. Auffallend sind die bedeutend höheren Mittel in den Jahren 1877—85 gegenüber der zweiten Beobachtungsperiode. Dieses Verhältnis kehrt bei allen vier Stationen wieder und ist den fünf aussergewöhnlich warmen Jahren 1876—1880 zuzuschreiben.

2. Murcia (43 m Meereshöhe).

1876—85	10,3	12,7	13,7	16,5	19,3	22,8	25,9	27,3	23,9	18,7	14,7	10,—
1886—95	**9,6**	11,1	13,2	15,7	18,9	23,1	26,2	25,9	23,5	19,2	14,6	11,1

Die wärmsten Monate waren der August 1877 und 1878 mit einem Mittel von je 28°,8 und der kälteste Monat, der Januar 1891, erreichte nur ein Mittel von 7°,6. Gegenüber Cartagena zeigt mithin Murcia ein entschieden kontinentaleres Klima mit erheblich kälterem Winter und heisserem Sommer, — eine Folge der grösseren Entfernung dieser Stadt von der Küste (50 km) und der Umgebung durch Gebirgszüge.

3. Alicante.

1876—85	11,—	12,8	13,4	16,4	18,9	22,4	25,4	25,9	22,9	18,7	14,8	11,2
1886—95	**10,3**	11,1	13,4	15,6	18,4	22,1	24,9	24,8	23,—	19,3	15,3	12,—

Wärmster Monat: Juli 1877 = 28°,8; kältester Monat: Dezember 1876 = 8°. Alicante nimmt demnach thermisch eine Art Mittelstellung zwischen Cartagena und Murcia ein: die Winter sind fast noch milder als die von Cartagena, die Gluthitze des Sommers bleibt dagegen kaum hinter der von Murcia zurück.

4. Valencia.

1876—85	10,—	12,3	12,9	15,4	17,4	20,8	24,2	**25,3**	22,2	18,2	14,3	10,3
1886—95	8,8	9,8	12,—	14,2	17,1	21,—	23,7	23,9	21,7	18,—	14,—	10,4

Wärmster Monat: August 1878 = 27°,3; kältester Monat: Januar 1891 = 5°,8. Valencia beansprucht somit innerhalb unserer vier Beobachtungsstationen eine gewisse Sonderstellung. Die Sommer sind etwas weniger heiss, die Winter dagegen ganz erheblich kühler (1 bis nahezu 3° C) als in den Provinzen Alicante und Murcia.

Das aus den mittleren Monatstemperaturen abgeleitete thermische Fazit von Cartagena, Murcia, Alicante und Valencia wird auch durch die folgenden Beobachtungsserien bestätigt.

II. Mittlere Jahrestemperaturen in C°.

	Beobachtungsperiode	Jahresmittel	Jahr mit a) d. höchsten b) d. niedrigsten mittleren Jahrestemperatur		Differenz
1. Cartagena	1877—85	18,2	19,5 (1877)	16,3 (1891)	3,2
	1886—95	16,7			
2. Murcia	1876—85	18,—	18,9 (1877)	17,— (1891)	1,9
	1886—95	17,7			
3. Alicante	1876—85	17,8	19,4 (1877)	16,6 (1895)	2,8
	1886—95	17,5			
4. Valencia	1876—85	16,9	18,2 (1877)	15,2 (1886 u. 1891)	3,—
	1886—95	16,2			

Auch diese Tabelle bringt die Sonderstellung von Valencia, dessen Jahresmittel 0,5—2° niedriger ist als dasjenige der Stationen 1—3 zum Ausdruck. Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Pflanzenwelt sind die absoluten Temperaturextreme.

III. Absolute Temperaturextreme in C°.

	a) Maxima (Lufttemperatur im Schatten)		b) Minima		c) Differenz
1. Cartagena	40,—	Im Juli 1880	— 2,—	Im Januar 1878	42,—
2. Murcia	47,8	„ „ 1876	— 4,3 — 5,5	„ „ 1878 „ „ 1871	53,3
3. Alicante	45,—	Im August 1881	— 6,— — 6,2	„ „ 1876 (nach Th. Fischer)	51,2
4. Valencia	43,—	Im Juli 1881	— 7,—	„ „ 1885	50,—
zum Vergleich **Zaragoza** (Ebrostreppen)	43,2	(nach Fischer)	— 14,9	(nach Fischer)	

Die abnorm hohen, über 35° C. erreichenden Temperaturen sind wohl zum grössten Teil das Ergebnis eines afrikanischen Glutwindes, der in den östlichen Teilen der Provinz Granada und in Murcia keine Seltenheit ist, glücklicherweise aber meistens nicht lange anhält. Die Andalusier nennen ihn „Solano", in Murcia ist er unter dem Namen Leveche bekannt. Dieser Wind erschöpft sich gewöhnlich in einigen Stössen, die jedoch hinreichen, um die Wein- und Olivenernte der Gegenden, über welche sie hinstreifen, zu vernichten. Hellmann beobachtete im August 1876 wie innerhalb sechs Stunden durch einzelne seiner Glutwellen an der Sierra Contraviesa, zwischen Malaga und Almeria, etwa 10 km von der Küste und in einer Meereshöhe von 700 m, mehrere Quadratkilometer Weinpflanzungen kurz vor der Weinlese völlig vernichtet wurden. „Das Weinlaub sah nach dem Passieren des Windes so aus, als ob man es mit siedendem Wasser begossen hätte."

Nirgends tritt der Leveche so häufig und verheerend auf, wie in den Küstengegenden zwischen dem Cabo de Gaba und dem Cabo de la Náo. Der Glutwind kündet sich durch einen bräunlich-roten Dunst an, welcher am südöstlichen und südlichen Horizont emporsteigt und allmählich das Blau des ganzen Himmels trübt. Dabei herrscht Windstille, dann fängt das Meer an unruhig zu werden, es erhebt sich ein südlicher Wind, der von Sekunde zu Sekunde heftiger und heisser wird, bis er zuletzt zu einem Sturm sich steigert, der wirbelnd über das Land hinbraust und die ganze Atmosphäre mit Staub und Sand erfüllt. Das Laub der Bäume und Sträucher krümmt sich sogleich unter dem Gluthauch dieses Windes und ist wenige Tage später völlig verdorrt. Der Leveche zeigt somit den Charakter und alle Eigenschaften des echten Sirocco, auch die Wirkung auf Mensch und Tier ist die gleiche. Bei der Berührung mit diesem Glutsturm wird der Mensch wie gelähmt, es stellen sich heftige Kopfschmerzen ein und selbst dem gesundesten Eingeborenen „liegt es wie Blei in den Gliedern".

Die beiden Tabellen auf der folgenden Seite über die mittleren und absoluten Monatsschwankungen der Temperaturextreme vervollständigen das thermische Bild der Litoralsteppenregion.

IV. Mittlere Monatsschwankungen der Temperaturextreme in C°.

	Beobachtungsperiode	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	IX.	XII.
Cartagena	1877-85	21,2	20,8	20,9	20,1	20,7	**18,9**	19,8	19,—	20,6	**21,2**	20,8	21,9
	1886-95	17,9	17,5	18,1	16,7	16,8	17,6	15,7	**15,2**	14,9	18,3	**18,7**	17,5
Murcia	1876-85	**22,3**	24,4	**25,9**	23,6	25,5	24,3	23,1	24,—	24,5	24,9	23,7	24,5
	1886-95	22,—	24,—	24,2	23,4	22,5	23,5	22,3	22,4	21,7	**25,—**	22,5	**20,9**
Alicante	1876-85	24,3	24,4	25,2	24,5	25,7	24,—	24,7	24,3	**25,9**	24,8	23,2	**23,1**
	1886-95	20,9	21,7	20,6	20,4	20,7	**22,4**	20,5	**19,5**	19,7	22,1	21,5	19,9
Valencia	1876-85	21,7	22,4	**23,8**	**23,8**	23,6	21,5	21,4	20,5	22,2	22,6	**20,5**	21,2
	1886-95	23,3	22,7	23,4	22,8	21,2	21,5	20,7	20,1	**19,8**	**24,2**	23,—	20,8

V. Absolute Monatsschwankungen der Temperaturextreme in C°.

	Beobachtungsperiode	Monat mit a) stärkster Temperaturschwankung		Monat mit b) geringster Temperaturschwankung		Differenz
1. Cartagena	1877—85	27,4	IX. 79	11,9	VIII. 85	15,5
	1886—95	23,3	XI. 90	**9,5**	VI. 88	**13,8**
2. Murcia	1876-85	31,8	VII. 76	13,3	VII. 82	**18,5**
	1886—95	29,7	XI. 90	15,8	XII. 88	13,9
3. Alicante	1876—85	**33,8**	VII. 80	18,2	IV. 84	15,6
	1886—95	29,—	VI. 93	14,2	IV. 90	14,8
4. Valencia	1876—85	30,—	VI. 76	12,—	VIII. 79	18,—
	1886—95	32,—	XI. 90	10,9	IX. 92	21,1

Murcia, das mitten im Gebiet der südostspanischen Litoralsteppe liegt, besitzt nach einer Zusammenstellung in der Zeitschrift der östreichischen Gesellschaft für Meteorologie Bd. IX (1874) folgendes Klima:

Monate	Temperatur-Mittel	Tägliche Amplitude	Mittlere Extreme Maxima	Minima	Differenz
I.	9,3	12,2	22,4	— 2,8	25,2
II.	11,—	13,4	24,2	0,8	23.4
III.	12,4	13,4	26,5	1,2	25,3

Monate	Temperatur-Mittel	Tägliche Amplitude	Mittlere Extreme Maxima	Mittlere Extreme Minima	Differenz
IV.	15,7	14,9	30,4	3,1	27,3
V.	18,8	14,2	32,4	8,2	24,2
VI.	22,7	14,9	37,1	11,7	25,4
VII.	26,1	**15,6**	40,5	14,9	25,6
VIII.	25,4	15,1	39,—	14,8	24,2
IX.	22,3	14,3	35,6	11,9	23,7
X.	18,—	13,3	32,—	6,4	25,6
XI.	12,8	**12,—**	25,5	1,8	23,7
XII.	9,9	12,2	22,4	— 1,3	23,7
Jahr	17,—	13,8	41,4	— 3,1	44,5

b) Niederschläge.

Viel wichtiger als die Temperaturen sind für die Ausbildung der Steppe die Niederschlagsverhältnisse. In allen Zonen können bei eintretendem Niederschlagsmangel Steppen entstehen. Die eigentlich regenlosen Gebiete der Litoralsteppe sind die nordwestlich von Murcia gelegenen Einöden „los despoblados“ des oberen Segurabassins. Hier vergehen oft drei, vier und mehr Jahre, ohne dass es ein einziges Mal anhaltend regnet. Nicht viel ergiebiger dürften die Niederschläge in den Ländereien östlich von Lorca bis Baza und Guadix sein. Den Einblick, den uns die Reise von Murcia nach Granada in diese Landschaften mit ihren Felsen- und Wüstensteppen verschaffte, war für uns ein sprechendes Zeugnis für die überaus grosse Regenarmut dieser Teile der Provinz Murcia und Ostgranadas. Leider gibt es in diesen Gebieten keine meteorologischen Stationen, die uns genauere Daten über die jährliche Regenmenge und die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge geben könnten, so viel ist aber aus dem Vegetationscharakter zu entnehmen, dass die Niederschläge erheblich hinter Murcia, Cartagena und Alicante zurückbleiben. Aber selbst in der Stadt Murcia, die doch in einem weiten, mit Tausenden von Bäumen erfüllten und folglich stark ausdünstenden Tale liegt, gehört ein mehrere Stunden oder ein paar Tage anhaltendes Regenwetter zu den Seltenheiten, so dass von einem solchen ausserordentlichen Ereignis wochenlang gesprochen wird.

VI. Mittlere monatliche Regenmengen in mm.

	Periode von	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1. Cartagena	1880-85	34,4	23,6	38,1	28,8	42,5	20,7	1,2	**0,3**	45,4	53,3	38,—	**76,4**
	1886-95	52,3	43,6	51,8	38,5	20,2	11,6	**3,—**	6,5	26,1	47,3	52,3	**63,6**
2. Murcia	1876-85	37,3	24,9	25,5	28,8	40,3	25,2	**1,6**	**4,—**	**59,8**	40,2	28,5	41,4
	1886-95	30,7	42,8	52,2	45,8	30,9	16,4	**3,5**	12,1	**57,8**	44,9	48,7	53,9
3. Alicante	1876-85	37,7	24,1	30,2	39,4	40,1	23,—	**0,9**	5,9	**81,5**	59,2	50,3	39,1
	1886-95	16,1	29,8	30,4	30,6	39,4	20,5	**3,—**	8,1	**68,2**	26,—	44,7	37,7
4. Valencia	1876-85	38,8	27,4	42,4	39,3	34,1	25,1	**5,—**	9,2	79,1	**93,—**	60,1	34,6
	1886-95	30,9	51,5	46,4	40,8	43,6	20,2	18,3	**10,—**	**80,8**	49,2	63,7	65,5

Noch lehrreicher ist die folgende Zusammenstellung der Niederschläge nach Jahreszeiten.

VII. Mittlere jahreszeitliche Regenmengen in mm.

	Periode von	Winter XII.—II.	%	Frühling III.—V.	%	Sommer VI.—VIII.	%	Herbst IX.—XI.	%
1. Cartagena	1880—85	134,4	33,4	109,4	27,2	**22,2**	5,5	136,7	33,9
	1886—95	159,5	38,2	110,5	26,5	**21,1**	**5,1**	125,7	30,2
2. Murcia	1876—85	103.6	28,2	94.6	25,7	30,8	7,8	138,5	39,4
	1886—95	127,4	29,—	128,9	29,4	32,—	7,2	150,9	34,4
3. Alicante	1876—85	100.9	23,3	109,7	25,4	29,8	7,—	191,—	44,3
	1886—95	83.6	23,6	100,4	28,3	31,6	9,1	138,9	39.1
4. Valencia	1876—85	100,8	20,6	115,8	23,7	39,3	8,9	**282,2**	47,5
	1886—95	147,9	28,4	130,8	25,1	48,5	9,3	193,7	37,2

Über die gewaltigen Verschiedenheiten der jährlichen Regenmenge der einzelnen Jahre gibt Tabelle VIII Aufschluss.

VIII. Jährliche Regenmengen in mm.

	Cartagena	**Murcia**	**Alicante**	**Valencia**
1876	—	319,2	463,9	347,2
1877	—	342,5	470,8	223,4
1878	—	230.1	244.3	198,6

	Cartagena	Murcia	Alicante	Valencia
1879	—	**175,2**	271,6	328,8
1880	325,6	298,—	364,2	494,8
1881	405,—	456,—	527,—	461,—
1882	390,—	336,—	329,—	425,—
1883	333,—	297,—	273,—	439,—
1884	**647,—**	**765,—**	**936,—**	**1288,—**
1885	315,—	353,—	444,—	685,—
1886	223,—	294,—	290,—	400,—
1887	633,—	588,—	619,—	676,—
1888	315,—	571,—	571,—	478,—
1889	423,—	324,—	165,—	328,—
1890	569,—	571,—	177,—	578,—
1891	426,—	426,—	184,—	681,—
1892	379,—	354,—	**155,—**	541,—
1893	313,—	251,—	300,—	347,—
1894	575,—	568,—	513,—	700,—
1895	312,—	445,—	580,—	482,—
1896	319,—	273,—	328,—	338,—
1897	**191,—**	273,—	488,—	824,—
1898	366,—	328,—	449,—	655,—

Die Gegenüberstellung der grössten und geringsten jährlichen Regenmenge der einzelnen Beobachtungsstationen ergibt folgende gewaltige Unterschiede, die besonders im Verhältnis der Minima zu der Maxima zum Ausdruck kommen.

Cartagena: Max. 647 mm; Minim. 191 mm; Diff. 456 mm; Verhältnis: 1:3,4
Murcia: „ 765 „ „ 175,2 „ „ 589,2 „ ; „ 1:4,4
Alicante: „ 936 „ „ 155 „ „ 781 „ ; „ 1:6
Valencia: „ 1288 „ „ 198,6 „ „ 989,4 „ ; „ 1:6,5

Bei einer bedeutend längeren Beobachtungsperiode (40 Jahre) hat Zürich ein Maximum von 1988 mm und ein Minimum von 737 mm; das Verhältnis ist somit nur 1 : 2,7.

Aus Tabelle VIII erhalten wir die mittlere jährliche Regenmenge in den Dezennien 1876—85 und 1886—95, sowie das Gesamtmittel aus 19 beziehungsweise 23 Beobachtungsjahren:

IX. Mittlere jährliche Regenmengen in mm.

	1876—95	1886—95	1896—98
1. Cartagena	402,6 (1880—85)	416,8	292,—
2. Murcia	357,2	439,2	291,3
3. Alicante	432,4	354,5	455,—
4. Valencia	488,0	521,1	602,3

Gesamtmittel in mm.

			nach Th. Fischer.
Cartagena	1880—1898	392,6	—
Murcia	1876—1898	**380,3**	362
Alicante	1876—1898	401,5	430 (1855—74)
Valencia	1876—1898	517,3	476 (1857—74)

Noch geringere Regenmengen besitzen nach Hann Zaragoza und Valladolid mit je ca. 310 mm und Almeria mit sogar nur 260 mm; doch fehlt die Angabe über die Beobachtungsdauer, so dass es sich möglicherweise doch nur um eine kürzere Periode handelt.

Ganz besonders sind nun aber noch die monatlichen maximalen Regenmengen und die Perioden von Regenlosigkeit oder grosser Regenarmut für die Pflanzenwelt von grosser Bedeutung.

X. Maximale monatliche Regenmengen in mm.

	Beobachtungs-periode	Monatliches Maximum	Zeit
1. Cartagena	1880—85	155	Oktober 81.
	1886—95	180	Dezember 89.
	1896—98	143	Januar 98.
2. Murcia	1880—85	212,7	September 77.
	1886—95	216	September 88.
	1896—98	114	Januar 98.

	Beobachtungs-periode	Monatliches Maximum	Zeit
3. Alicante	1876—85	374	September 77.
	1886—95	193	September 88.
	1896—98	181	November 97.
4. Valencia	1876—85	351	September 84.
	1885—95	213	September 94.
	1896—98	509	November 97.

Diese monatlichen Maxima überschreiten öfters erheblich die in trockenen Jahren beobachteten Gesamtregenmengen. So beträgt die im September 1888 in Murcia gefallene Regenmenge 216 mm, das Trockenjahr 1879 lieferte dagegen nur 175,2 mm. In Alicante brachte der September 1877 sogar 374 mm Regen; folgende Jahre dieser Station blieben z. T. erheblich hinter diesem Betrag zurück: 1878/79, 1880, 1882/83, 1889—1893, 1856 (vide Tabelle VIII). In Valencia erreichte die im November 1897 gefallene Regenmenge annähernd die mittlere Regenmenge dieses Ortes. Die Niederschläge erfolgen sehr oft in Form von Platzregen. Wenn dann der Boden von der anhaltenden Trockenheit steinhart geworden ist, so vermag das Wasser nicht einzusickern. Die gewaltigen Regenmengen fliessen rasch ab, die langersehnte Feuchtigkeit kommt der Pflanzenwelt nicht zu gute; die Flüsse treten über ihre Ufer und ergiessen sich verheerend über das Kulturland. Neben lang andauernden Zeiten der Dürre plötzliche Wassernot ist eine in der spanischen Litoralsteppe öfters wiederkehrende Erscheinung und zeigt uns, dass Spanien auch in dieser Hinsicht ein Land der Gegensätze ist. Im September 1906 haben sündflutartige Regen in der Provinz Murcia enormen Schaden verursacht, selbst Menschen sind denselben zum Opfer gefallen.

Diese Regengüsse beeinflussen natürlich in hohem Grad die mittleren monatlichen, beziehungsweise sogar jährlichen Regenmengen. Nur ein Beispiel. Im Juli 1869 bringt ein heftiger Gewitterregen in Murcia einen Tag 71 mm Regen, während unser 20-jähriges Mittel für den Juli nur 2,5 mm Regenmenge ergibt; es ist also an diesem einzigen Tag so viel Regen gefallen wie normalerweise erst die Juli-Niederschläge von 28 Jahren ergeben.

XI. Monate ohne oder mit ganz ungenügenden Niederschlägen.

	Beobachtungsperiode	Zahl der Monate	Keine Niederschläge	Nur 0,1—6 mm Niederschläge
1. Cartagena	1880—85	72	11 Monate	13 Monate
	1886—95	120	19 „	15 „
	1896—98	36	11 „	5 „
2. Murcia	1876—85	120	9 „	33 „
	1886—95	120	13 „	15 „
	1896—98	36	3 „	8 „
3. Alicante	1876—85	120	20 „	27 „
	1886—95	120	19 „	19 „
	1896—98	36	8 „	5 „
4. Valencia	1876—85	120	8 „	30 „
	1886—95	120	3 „	15 „
	1895—96	36	4 „	3 „

Wenn Willkomm ([36], zitiert nach a) sagt: „Es gibt Jahre, in denen es nicht oder fast nicht regnet", so trifft dies jedenfalls für die von uns bereisten Teile der Litoralsteppe nicht zu; immerhin kann — wie aus dem Vergleich der in den „Resúmen" aufgeführten Zahlen hervorgeht — in keinem Monat auf genügende Regenmengen unbedingt gezählt werden. Besonders die Zeit der grössten Hitze von Anfang Juni bis Ende August ist oft ganz ohne Niederschläge; die Verdunstung in diesen Sommermonaten ist zudem ausserordentlich gross, wird doch als mittleres Maximum der Evaporation eines Tages der hohe Betrag von 15 mm angegeben.

c) Bewölkung.

Von grösster Bedeutung für die Pflanzenwelt sind die Bewölkungsverhältnisse. Leider lassen gerade in dieser Hinsicht die Angaben der meteorologischen Stationen im Stich. Das zuverlässigste Vergleichsmaterial ergeben die Sonnenscheinautographen, die uns die jährliche Sonnenscheindauer eines Ortes liefern. Diese einfache Methode scheint man in Spanien noch nicht anzuwenden, denn alle Angaben beruhen auf der, der subjektiven Schätzung unterworfenen Skala von 0—10, wobei 0 ganz klare, 10 ganz bedeckte Tage bezeichnet.

Nebel kennt das Land kaum, selbst Wolkenbildung ist selten; der Himmel prangt meistens im durchsichtigsten, prächtigsten Azur-

blau. Nur während des Hochsommers lagert sich öfters über die Landschaft, einem Schleier vergleichbar, die Calina, eine Art Hitzenebel, der wohl auch sonst heisseren, trockenen Gegenden, namentlich Tafelländern, nicht fehlen dürfte. Theobald Fischer schreibt von der Calina: „Der Hitzedunst ist ein trockener Nebel, ein aus feinstem Staub gebildeter Dunst, der nicht etwa Wasserdämpfen seinen Ursprung verdankt; er beginnt sich im Juli über die Landschaft zu lagern, wird mit steigender Hitze dichter und erreicht im August sein Maximum, so dass dann die Sonne eine rotbraune Farbe annimmt, und man in sie hineinsehen kann. Oft ist die ganze Landschaft in düsteres Grau gehüllt, das erst bei grösserer Annäherung die Gegenstände zu erkennen erlaubt, dann aber auch mit um so grösserer Schärfe. Selbst plötzlich eintretende Gewitterschauer pflegen die Calina nicht ganz zu beseitigen, so sehr sie die Luft reinigen und abkühlen, aber sie beschränken sie und lassen sie weniger intensiv erscheinen. Erst im September nach den ersten Herbstregen verschwindet sie allmählich.“ Die grosse Lufttrockenheit, der Staub, der über der Steppe schwebt, und der sich bildende aufsteigende Luftstrom, der die feinsten Staubmassen in höhere Lagen der Atmosphäre führt, sind wohl als die Hauptursachen dieser Erscheinung anzusehen. Nach einem ungewöhnlich heissen März haben wir im Frühjahr 1905 sogar Gelegenheit gehabt, schon Anfang März die Erscheinung auf der Sierra bei Orihuela zu beobachten. Von unserer hohen Warte aus überblicken wir die unabsehbare, fruchtbare Huerta von Murcia; begrenzt wird das Bild durch einen gewaltigen Kranz kahler Sierren und wie ein feiner Nebel zieht sich einen Streifen längs dem Rand der Berge hin, es ist der Hitzedunst, die aufgewirbelte feine Staubwolke, welche sich in den trockenen Jahreszeiten fast stets über der Steppe lagert.

In ganz Spanien wird Murcia „el reino serenisimo“ genannt. Übertroffen wird die Klarheit des murcianischen Himmels noch durch denjenigen Valencias. Nach der Arbeit von Hellmann (b), die sich jedoch leider nur auf die Aufzeichnungen eines Zeitraums von acht Jahren erstreckt, wäre Valencia diejenige Gegend Europas, welche den klarsten Himmel besitzt.

	Jahresmittel der Tage **mit ganz bedecktem** Himmel	Jahresmittel der Tage mit **ganz klarem** Himmel
Valencia	50	**260**
Alicante	42	139
Murcia	89	138

Über den täglichen Gang der Bewölkung sagt Hellmann: In den Stunden vor und nach Mittag, wenn die Luft vom Meer nach dem Lande weht, ist der Himmel bewölkter als in der Nacht, wo die trockene und aufheiternde Luft vom Lande nach der See abfliesst. Die grösste Heiterkeit fällt auf die ersten Nachtstunden von 9 bis 12 Uhr. Mit untergehender Sonne fangen gewöhnlich die Cumuli im Zenit an sich zu senken und aufzulösen, die im westlichen Horizont ziehen sich in Strati oder Cumuli-Strati aus und verschwinden ebenfalls später; selbst hochstehende Cirri werden von diesem täglichen Wechsel berührt, sie lösen sich in einen weisslichen Dunst auf, indem sie bei Mondschein prachtvolle Halos bilden und von denen gegen Mitternacht gewöhnlich nichts mehr übrig bleibt. Um Mitternacht ist dann der Himmel am klarsten. Die Nächte der algarbischen und andalusischen Küsten verdanken diesem Umstande und der nur geringen nächtlichen Abkühlung gegenüber dem zentralen Plateau, ihre allbekannte Milde, ihren poetischen Reiz und Zauber.

Und der jährliche Gang der Bewölkung auf der iberischen Halbinsel ergibt, dass die heitersten Gegenden Spaniens der mittlere Teil der Ostküste, Andalusien nebst Algarbien und dem mittleren Ebrobecken sind. An erster Stelle steht Valencia.

	Mittlere jährliche Bewölkung	Geringste monatliche Bewölkung	Grösste monatliche Bewölkung
Valencia	**2,1**	**0,7** (Juni)	2,9 (Oktober)
Alicante	3,7	2,4 (Juli)	4,7 (Dezember)
Murcia	4,3	2,— (Juni)	5,3 (März)

Fassen wir zusammen, so ergibt sich als klimatisches Fazit unserer kleinen Studie über das Klima Südostspaniens: Das Gebiet der Litoralsteppe umfasst den heissesten Teil Spaniens. Auffallend spärliche Niederschläge, verbunden mit grosser Trockenheit der Luft und intensivster Besonnung bedingen ein durchaus nordafrikanisches Klima.

Die hohen Temperaturen können jedoch nur von der Pflanzenwelt des bewässerten Kulturlandes ausgenutzt werden, für das Naturland müssen sie nachteilig wirken, weil zur Zeit der grössten Hitze das nötige Betriebswasser fehlt und so die vegetative Tätigkeit der Pflanze zum Stillstand verurteilt wird. Die Flora der Steppe kann daher die vermehrte Energiezufuhr nicht nur nicht ausnützen, sie muss sich

sogar in ausgiebigster Weise gegen die schädlichen Folgen dieses Missverhältnisses zwischen hoher Temperatur und grösster Insolation bei gleichzeitigem Wassermangel schützen. Während in der Huerta der feine, durchfeuchtete, äusserst fruchtbare Schwemmlandboden die Entwicklung einer üppigen, stellenweise beinahe subtropischen Pflanzenwelt ermöglicht, werden diese Gartenlandschaften überall von öden Steppen, die stellenweise fast Wüstencharakter annehmen, umgeben. Grosse Hitze, verbunden mit noch grösserer Wasserarmut bei gleichzeitiger, tagtäglich sich wiederholender intensivster Besonnung, geben der Flora der Steppe einen ausgesprochen xerophytischen Charakter. Diesen näher kennen zu lernen ist die Aufgabe des folgenden Abschnittes.

b) Biologie.

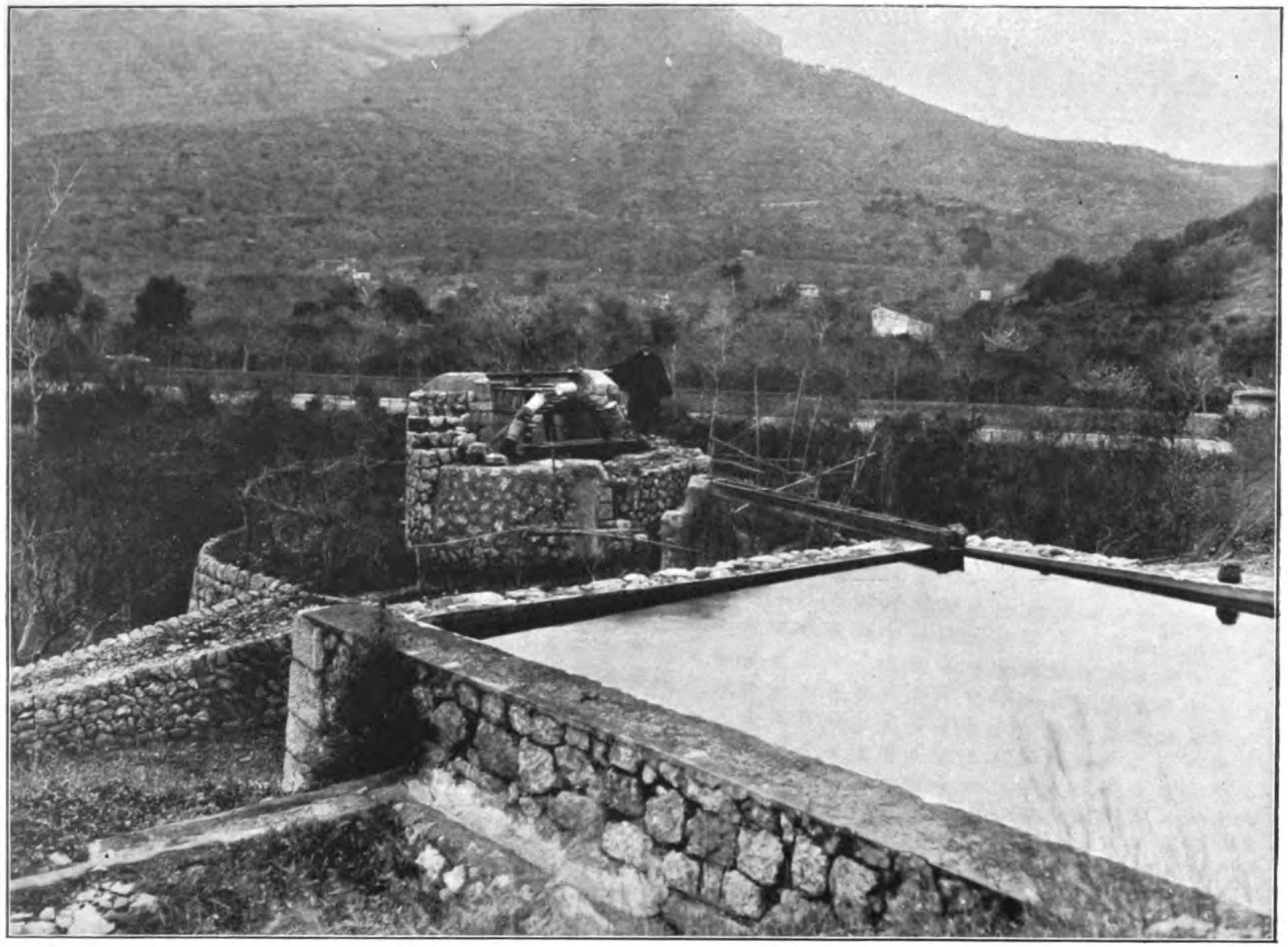
Auf unseren verschiedenen Steppenexkursionen haben wir 184 verschiedene Pflanzen gesammelt, von denen die meisten, teils in ihrem Entwicklungsgang, teils in ihrer Tracht, die extremen Verhältnisse, die durch den Wassermangel geschaffen werden, erkennen lassen. Diese Flora setzt sich aus folgenden biologischen Typen zusammen:

1. Einjährige Pflanzen, sie treten in sehr grosser Zahl auf. Von 184 Arten sind 62 species, d. h. 33,6 %, einjährig. Diese vergängliche Florula besitzt wenig ausgesprochene, z. T. sogar gar keine xerophile Anpassungsmerkmale, denn ihre Hauptentwicklung fällt in die Zeit der Winterregen und der ersten Frühjahrsmonate, wo die Erde noch genügend durchfeuchtet ist. Bei Eintritt der Sommerdürre sterben sie ab und überdauern als sehr restistenzfähige Samen die Trockenperiode. Schon Ende März und Anfang April trugen bei unserem Besuch der Litoralsteppe eine stattliche Zahl von einjährigen Arten reife Samen, einzelne Pflanzen waren sogar bereits versamt. Die offene Pflanzendecke der Steppe wird so immer offener und damit wird der xerophile Gesamtcharakter derselben immer ausgesprochener. Aber selbst unter den einjährigen Gewächsen gibt es einige Arten, welche xerophile Anpassungsmerkmale zeigen, sei es Neigung zur Sukkulenz, wie z. B. *Moricandia arvensis; Aizoon hispanicum* und *Mesembryanthemum* sind sogar typische Sukkulenten. Andere Arten verkleinern ihre Blattflächen und übertragen die Assimilation mehr und mehr dem Stengel; so mehrere Statice. Auch Arten mit einem dichteren Indument, beziehungsweise mit einem derben Borstenkleid (*Pendulina intricata, P. Lagascana, Matthiola parviflora, Trifolium stellatum, Cynoglossum cheirifolium, Evax pygmaea* etc.) fehlen nicht. Diese mehr oder weniger xerophile Merkmale tragende Annuellen sind Arten, deren

Samenreife mehr Zeit in Anspruch nimmt und daher vor Eintritt der Trockenperiode oft noch nicht abgeschlossen ist, auch muss sich die Pflanze vorsehen für die Jahrgänge, in denen selbst die Winterregen ungenügend sind, — ein Fall, der bekanntlich gar nicht so selten eintritt. Die Ausbildung unterirdisch ausreifender Samen, welche aus kleistogamen Blüten an subterranen Ausläufern bei *Vicia angustifolia* v. *amphicarpa* gebildet werden, ist wohl auch ein Mittel, die Samenreife zu beschleunigen durch Ausnützung der Bodenwärme, welche noch erheblich grösser ist, als die Lufttemperatur. *Vicia amphicarpa* ist eine Pflanze heisser, dürrer Orte, besonders der Steppe; ihr Verbreitungsareal erstreckt sich von Südfrankreich durch die iberische Halbinsel nach Nordafrika. In den Atlasländern ist sie ziemlich verbreitet und tritt bald ganz kahl, bald in einer sehr zottigen, hauptsächlich der Steppe angehörigen Form auf.

Ein- beziehungsweise zweijährig sind:

Stupa tortilis Desf.
Lagurus ovatus L.
Brachypodium distachyon (L.) R. et S.
Bromus rubens L.
Bromus matritensis L.
Aegilops ovata L.
Phalaris minor Retz.
Lamarckia aurea Mönch
Moricandia arvensis L.
Eruca vesicaria (L.) Cav.
Pendulina intricata Wk.
Pendulina Lagascana Wk.
Carrichtera vellae DC.
Matthiola parviflora R. Br.
Brassica Tournefortii Gou.
„ *fruticulosa* Cyr.
„ *Cossoniana* Boiss. et Reut.
Biscutella auriculata L.
Cakile maritima Scop.
Reseda alba L.
„ *Gayana* Boiss.
„ *leucantha* Hegelm.
„ *lutea* L.
„ *phyteuma* L.
Polygala monspeliaca L.
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit.
Beta Bourgaei Coss.
Euphorbia sulcata De Leus
„ *falcata* L.
Rumex bucephalophorus L.
Statice Thouini L.
„ *echioides* L.
Plantago coronopus L.
„ *lagopus* L.
Aizoon hispanicum L.
Mesembryanthemum nodiflorum L.
Vicia angustifolia All. v. *amphicarpa* Boiss.
Trifolium stellatum L.
Scorpiurus subvillosa L.
Astragalus sinaicus Boiss.
„ *sesameus* L.
Hippocrepis multisiliquosa L.
Ononis ornithopodioides L.
Eryngium spec.
Sideritis romana L.
Orobanche Muteli F. Schultz.
Echium italicum L.
„ *plantagineum* L.
Cynoglossum cheirifolium L.
Anagallis arvensis L. v. *coerulea* Schreb.



Phot.: P. Bohny.

Fig. 14. Huerta von Soller (Mallorca): Noria mit Sammelbecken (pag. 134).

Galium saccharatum All.
Vaillantia hispida L.
„ *muralis* L.
Sherardia arvensis L.
Evax pygmaea Pers.
Pallenis spinosa Cass.
Atractylis cancellata L.
Galactites tomentosa Mönch
Carduus pycnocephalus L.
Urospermum picroides Desf.
Calendula arvensis L.
Anacyclus valentinus L.

2. Zwiebel- und Knollengewächse. Die Zahl dieser Arten ist nach unserer Erfahrung auffallend gering. Wir haben nur drei Zwiebelgewächse: *Gladiolus illyricus* L., *Uropetalum serotinum* Ker. und *Gynandriris sisychrinum* Parl. angetroffen. Wichtiger ist *Asphodelus fistulosus* L. mit ihren büschelig angeordneten Wurzelknollen, auch *Ophrys tenthredinifera* W. hat Wurzelknollen; endlich besitzen *Arisarum* und *Aristolochia baetica* L. verdickte Rhizome. Diese unterirdischen Stengel- und Wurzelorgane sind mit Reservestoffen angefüllt und vermögen so die Trockenperiode ohne Nachteil zu überdauern, um dann in der folgenden Vegetationszeit die Stoffe zum raschen Aufbau der oberirdischen, belaubten und blühenden Sprosse zur Verfügung zu halten. Auch auf der Steppe ist *Asphodelus fistulosus* L. zuweilen tonangebend. Physiognomisch verhalten sich jedoch diese Pflanzen wie die einjährigen Arten, ihre oberirdischen Teile sind von kurzer Dauer, bei eintretender Hitze vergilben sie und sterben ab. Schon Anfang April verschwindet der Asphodill von der Bildfläche; entsprechend seiner Massenhaftigkeit bedeutet dies für das Vegetationsbild der Steppe wieder einen erheblichen Verlust an Individuen und damit eine weitere Lockerung der sowieso schon offenen Vegetationsdecke. Die Gesamtzahl der ephemeren Pflanzen der Steppenflora ist somit 69 (= 37,5 %).

3. Bäume und Sträucher fehlen fast ganz, dagegen ist die Zahl der Kleinsträucher ausserordentlich gross, so dass einzelne Steppentypen geradezu den Charakter einer Klein- und Zwergstrauchformation besitzen. Die Neigung zur Verholzung der Triebe ist sehr stark, selbst in Gattungen und sogar in Familien, deren Arten sonst fast ausschliesslich krautig entwickelt sind. Die Solaneen liefern zwei Holzgewächse: das höchst eigentümliche *Lycium intricatum* Boiss., dessen zahlreiche Seitentriebe zu kurzen, 1 1/2 bis 3 cm langen Zweigdornen, die nach allen Seiten abstehen, ausgebildet sind und die *Withania frutescens* Pauq. Mehrere Compositen sind ebenfalls verholzt, so die verschiedenen *Helichrysum*-Arten, die öfters vorherrschenden *Artemisien*, *Asteriscus maritimus* Mönch., *Phagnalon rupestre* DC. v. *pedunculare* Wk., ja sogar eine Distel: *Kentrophyllum arborescens* Hook. Die Gattung *Sideritis*

liefert nicht weniger als drei Holzgewächse: *S. glauca* Cav., *S. leucantha* Cav. und *S. spinosa* Lam. Verhältnismässig klein und jedenfalls an Individuen immer stark zurücktretend ist dagegen die Zahl derjenigen Kleinsträucher, die sonst in den Macchien und Garigues ihre Massenentfaltung finden, in der Steppe dagegen immer nur in Kümmergestalten, welche selten über einen Fuss hoch werden, auftreten. Hierher gehören z. B. *Juniperus oxycedrus* L., *Chamaerops humilis* L. *Quercus coccifera* L., *Pistacia lentiscus* L.; *Rhamnus lycioides* L. bildet ebenfalls sehr spitzige, stechende Zweigdornen; ferner *Dorycnium suffruticosum* Vill. v. *cuneatum*, *Rosmarinus officinalis* L. und *Erica multiflora* L. Die meisten Holzpflanzen der Steppe sind entweder Sklerophyten, Ruten-, Filzpflanzen oder Sukkulenten; alle sind durch kräftige, sehr tiefe Pfahlwurzeln ausgezeichnet. Nicht weniger als 72 Arten, d. h. 39% der von uns gesammelten Steppenpflanzen sind verholzt.

4. Grössere Zahl starrer, sehr xerophytisch gebauter Steppengräser; es sind folgende 18, ungefähr 10% unserer Steppenausbeute umfassende Arten:

Andropogon pubescens Vis.
Aegilops ovata L. ⊙
Avena filifolia Lag.
Brachypodium ramosum (L.) R. et S.
Brachypodium polystachyon (L.) R. et S. ⊙
Bromus rubens L. ⊙
„ *matritensis* L. ⊙
Cynodon dactylon Pers.
Erianthus Ravennae P. B.
Lamarckia aurea Mönch ⊙
Lagurus ovatus L. ⊙
Lygeum spartum L.
Macrochloa tenacissima Kth.
Melica minuta L.
Phalaris minor Retz ⊙
Piptatherium coerulescens P. B.
Stupa parviflora Desf.
Stupa tortilis Desf. ⊙

Von den 18 Gräsern sind 8 einjährig (⊙) und zudem mit Ausnahme von *Stupa tortilis* Desf. eigentlich Bestandteile der Felsenheide. In ihrem anatomischen Bau lassen diese acht Arten kaum erkennen, dass sie in der dürren Steppe gewachsen sind. Typische Steppengräser sind dagegen *Macrochloa tenacissima* Kth. und *Lygeum spartum* L. Durch ihre Massenhaftigkeit sind diese beiden Gräser für bestimmte Typen der Litoralsteppe sehr bezeichnend, sie zeigen auch den ausgesprochendsten xerophytischen Bau. Wie die beiden anderen Steppengräser (*Avena filifolia* Lag., *Stupa parviflora* Desf.) sind es mehrjährige Rasenbildner mit mehr oder weniger steif stechenden schmalen Rollblättern, die sogar im verwelkten und abgestorbenen Zustand öfters noch lange mit dem Stock verbunden bleiben, um als schützende Hülle die lebenden jugendlichen Blätter zu umgeben. Nur *Stupa*

tortilis Desf. macht eine Ausnahme. Diese einjährige Art hat flache 2,5 bis 3,5 mm breite Blätter, die, wie Fig. 5 zeigt, nur schwache, isolierte subepidermale Rippen besitzt. Dieselben erreichen jedoch die unter ihnen verlaufenden Gefässbündel nicht; zwischen subepidermaler Rippe und Gefässbündel schieben sich jeweilen einige

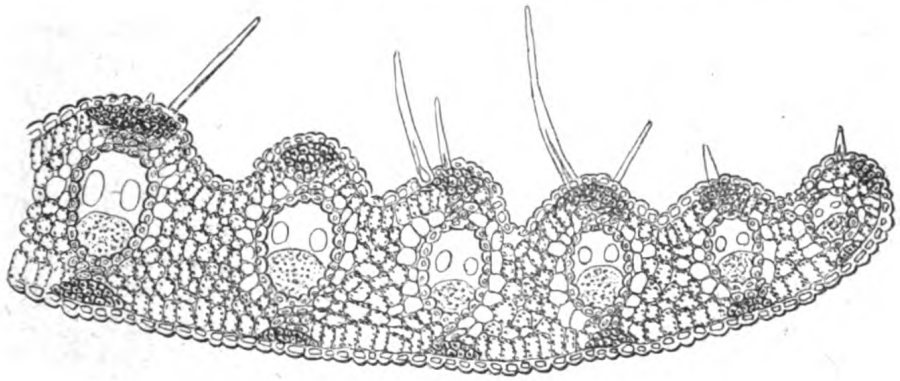


Fig. 5. *Stupa tortilis* Desf. (Orig.).

collenchymatische, weniger stark lichtbrechende und weniger stark verdickte Zellen ein. Die Oberfläche des Blattes wird von 8 bis 12 flachen Längsrinnen durchzogen und auf den Rippen entspringen einzelne steifliche Haare. Nur die dicken Wandungen der Epidermis und der kompakte Aufbau des Assimilationsgewebes, welche nur von spärlichen Intercellularen durchzogen wird, lassen erkennen, dass *Stupa tortilis* Desf. unter extremeren Standortsverhältnissen vegetiert. Kaum xerophytischer ist das Blatt von *Avena filifolia* Lag. gebaut (Fig. 6). Die Rillenbildung der Blattoberseite ist etwas tiefer, die Behaarung reichlicher. Die Blattunterseite wird von einer ein-, stellenweise zweischichtigen Hypodermis begleitet, die äussere Epi-

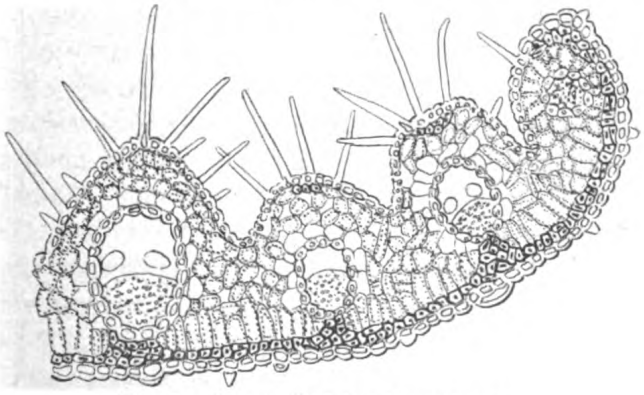


Fig. 6. *Avena filifolia* Lag. (Orig.).

dermiswandung ist sehr stark verdickt und trägt vereinzelte zapfenartige, kurze Warzen. Dagegen fehlen subepidermale Rippen; unter den vorragenden Leisten der Oberseite treten höchstens kleine Gruppen wenig stark verdickter Zellen auf, das Assimilationsgewebe ist zudem reichlicher von kleineren und grösseren Intercellularen durchsetzt. Schon erheblich mehr den Charakter eines Xerophyten zeigt das Blatt von *Stupa parviflora* Desf. (Fig. 7). Die Blattoberseite ist nun sehr stark und tief gerillt, am unteren Ende der schmalen

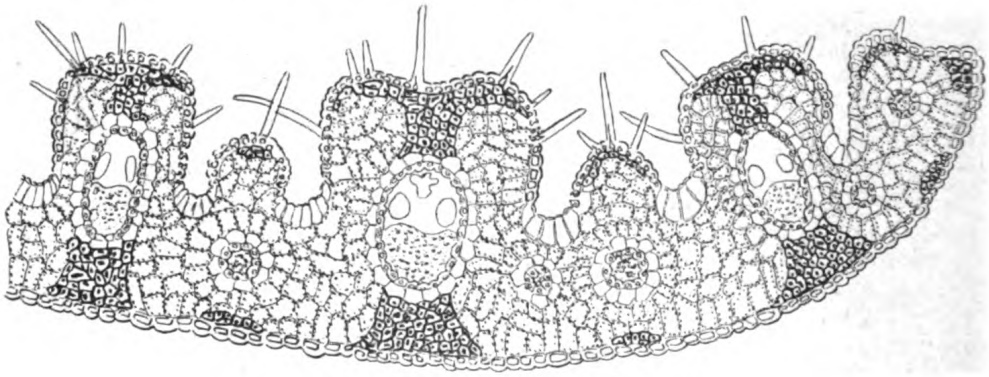


Fig. 7. *Stupa parviflora* Desf. (Orig.).

Furchen sind grosse, dünnwandige „Gelenkzellen" ausgebildet. Bei der Einrollung werden die Furchen immer enger und durch die an den Seiten der Rippen reichlich auftretenden Warzenhaare fast ganz geschlossen. In diesen windgeschützten Stellen sitzen die Stomata. Im Gegensatz zu *Stupa tortilis* Desf. erreichen die nur unter den grösseren Gefässbündeln auftretenden, aber stärker ausgebildeten subepidermalen Rippen das im centralen Teil des Blattes verlaufende Leitungsgewebe: zudem treten, auf der Blattunterseite und besonders am seitlichen Blattrand, zwischen den Hauptrippen noch kleinere Bastbelege auf. Die Blattanatomie von *Lygeum spartum* L. (Fig. 8) wurde bereits von A. Tschirsch[1]) eingehend erörtert und abgebildet. Das Blatt wird auf der Oberseite von sechs oder acht tiefen Längsrinnen durchfurcht. Der Kopf der dazwischen liegenden Gewebeprismen ist kegelförmig und besteht nur aus einer einzigen, beziehungsweise Doppelreihe mechanischer Zellen. Die Hauptmenge der Sklerenchymfasern treten als mächtige subepidermale Rippen unter der unteren Epidermis auf und verbinden diese mit den Gefässbündeln. Auch hier

[1]) A. Tschirsch, Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringsheims Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XIII (1882), 25 Seiten und 3 Tafeln.

verlaufen zwischen den Hauptrippen noch kleinere Zwischenrippen, isolierte Gruppen von Bastfasern durchziehen gelegentlich sogar selbst das Assimilationsgewebe. Die chlorophyllhaltigen Zellen sind sehr reichlich vertreten und schliessen dicht aneinander; die Epidermis der Blattoberseite trägt kurze steife Borstenhaare, so dass bei geschlossenem

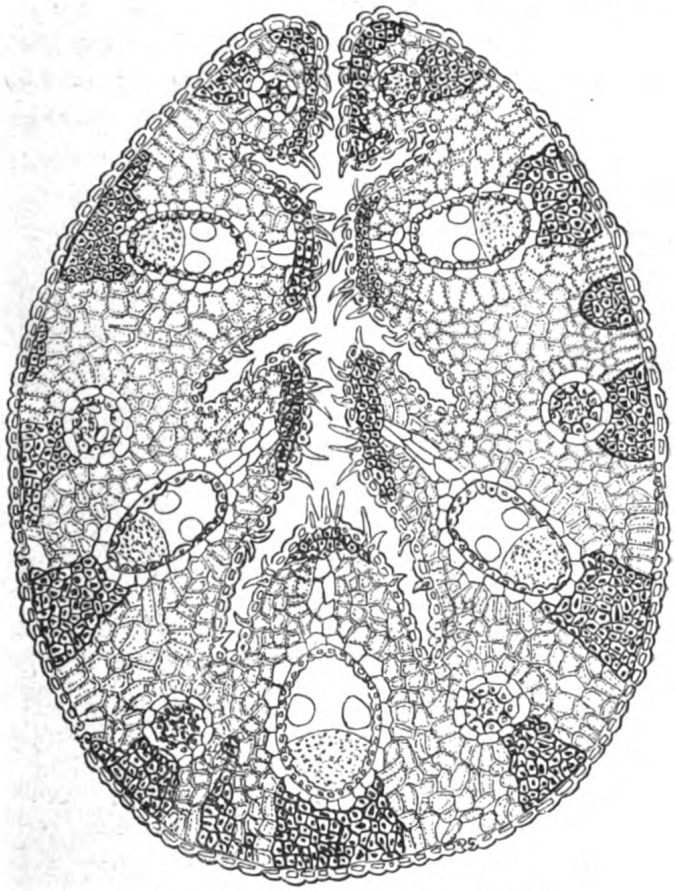


Fig. 8. *Lygeum spartum* L. (Orig.).

Blatt hier ganz windgeschützte Räume vorhanden sind. Um so auffälliger ist, dass die spärlichen Spaltöffnungen nicht hier, sondern auf der Blattunterseite auftreten. Den Einrollungsmechanismus hat Tschirsch untersucht und kommt zu dem Ergebnis, dass die Ursache der Bewegungserscheinungen hauptsächlich in den Turgoränderungen des Assimilationssystems zu suchen ist. „Da jedoch auch im trockenen Zustande Bewegungen sich hervorrufen lassen, abgetrennte Tangentialstreifen ebenfalls Krümmungserscheinungen zeigen, so muss hier wohl auch die Membranquellung eine, wenn auch untergeordnete Rolle bei dem Mechanismus spielen."

Weitaus der xerophytischste Typus ist aber das Halfagras (Fig. 9). Die Ausbuchtungen und Erhebungen der Blattoberseite sind viel tiefer, beziehungsweise höher als bei den vorhergehenden Arten. Die Stomata finden sich nur in den hintersten Teilen der Längsrinnen und die mechanischen Elemente schliessen sich auf der Blattunterseite zu einem kontinuierlichen Ring zusammen, der sich wie ein dichter Panzer um den äusseren Teil des Blattes legt. Die mechanischen Belege der Blattoberseite stehen mit dem Bastring in direkter Verbindung, so dass die grösseren Gefässbündel ganz von mechanischem

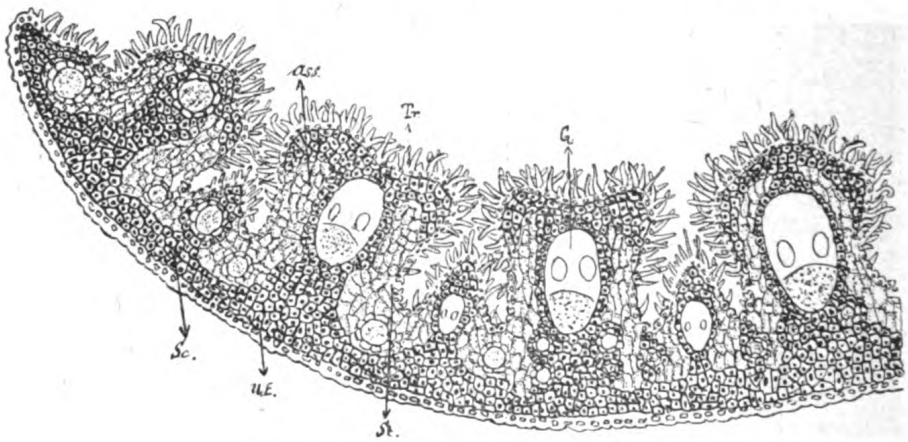


Fig. 9. *Macrochloa tenacissima* Kth.
Blattquerschnitt (Orig.). Tr. = Trichome der oberen Epidermis; Ass. = Assimilationsgewebe; G. = Gefässbündel; Sc. = Sclerenchym; St. = Spaltöffnungen; U.E. = Untere Epidermis.

Gewebe umgeben sind und das Assimilationssystem, in einzelne Parzellen getrennt, vollständig nach der Blattoberseite verlagert ist. Beim Einrollen des Blattes greifen die Leisten und Vertiefungen der Blattoberseite so ineinander, dass die Spaltöffnungen und die zarteren grünen Teile des Blattes fast ganz gegen die umgebende Atmosphäre abgeschlossen werden. Durch die zahlreichen, nur auf der Blattoberseite auftretenden Haare werden diese windgeschützten Abschnitte noch weiter gegen Wasserverlust geschützt.

Wie kommt nun das Einrollen des Halfablattes zustande? Die Gelenkzellen sind so klein, dass sie Duval-Jouve sogar ganz entgangen sind und für den Einrollungsmechanismus jedenfalls unmöglich von entscheidender Bedeutung sein können. Das Assimilationsgewebe tritt im Halfablatt stark zurück, so dass Turgorschwankungen der chlorophyllhaltigen Zellen, — wie dies beim Lygeumblatt hauptsächlich der Fall ist — nicht wohl das Auslösen der Bewegung bewirken

können. Gegen die Auffassung, dass Turgeszenzänderungen das Einrollen verursachen können, spricht auch die Tatsache, dass diese Bewegungen auch am toten Blatt noch zu beobachten sind, wenn dasselbe abwechselnd befeuchtet und wieder ausgetrocknet wird. Der Sitz der Bewegung ist hier im mechanischen Gewebe zu suchen und darauf zurückzuführen, dass die inneren Bastzellschichten stärker quellbar sind als die äusseren. So entstehen bei Abgabe von Wasser durch Verdunstung Spannungsdifferenzen, durch welche die zweckentsprechenden Bewegungen ausgelöst werden.

5. Sklerophyllie. Das heisst die Ausbilduug derblederiger Blätter mit stark verdickter äusserer Epidermiswandung, mit ungewöhnlich dicker Kutikula, mit gewaltig entwickeltem mechanischem System, bald in Form von einer mehrschichtigen Hypodermis oder als subepidermale Bastrippen oder auch in Verbindung mit den Gefässbündeln in Form von T-trägern, etc. Dazu kommt, dass der Spaltöffnungsapparat mit grösster Sorgfalt ausgebildet wird, die Stomata erhalten meist eine versteckte Lage im Grunde von Rillen. Durch Auswachsen bestimmter Teile der Spaltöffnungs- und der Nebenzellen werden zwischen die äussere Atmosphäre und das Assimilationsgewebe zwei, ja drei windgeschützte Vorhöfe eingeschaltet und zuweilen die Umgebung der Öffnung durch Wachsüberzüge oder durch dichte Behaarung weiter geschützt. Ungefähr 20% der Steppenflora sind Hartlaubgewächse, darunter ist das Formationselement der Macchien und Garigues sehr stark vertreten. Hierher: *Juniperus oxycedrus, Chamaerops humilis, Quercus coccifera, Pistacia lentiscus, Globularia alypum, Fumana laevipes, Passerina hirsuta, Paronychia argentea* und *nivea, Coronilla glauca, Rosmarinus officinalis, Thymus vulgaris, Teucrium polium*, ferner *Thymus zygis, Thymus longiflorus, Zollikoferia resedifolia, Sideritis leucantha, Teucrium buxifolium, Herniaria polygonioides* etc.

Mit der Sklerophyllie ist sehr oft

6. Mikrophyllie verbunden, d. h. die transpierierende Blattfläche wird auf die Nadel- oder sogar auf die Schuppenform verkümmert.

Nadelblätter haben: *Juniperus oxycedrus, Fumana laevipes, viscida, F. procumbens* var. *ericoides, Rosmarinus, Thymus vulgaris* und *zygis; Senecio linifolius*, Blätter dünnlaubig, aber schmal verlängert lineal-lanzettlich, *Helichrysum stoechas, Erica arborea, Phagnalon sordidum* und *saxatile, Artemisia herba alba, Rhamnus lycioides, Suaeda fruticosa, Helianthemum pilosum* v. *tomentellum*. Die Ausbildung des Nadelblattes zeigt selbst wieder eine grosse Mannigfaltigkeit, indem dasselbe bald stechend ist (*Juniperus*

oxycedrus, Erica), bald derb filzig-behaart (*Helianthemum pilosum, Artemisia herba alba*), bald dünnlaubig ombrophil (*Rhamnus lycioides*) oder selbst sukkulent (*Suaeda*).

Schuppenblätter besitzen *Passerina hirsuta, Haloxylon articulatum, Tamarix gallica, Salicornia.*

7. Rutenpflanzen. Sie stellen ein weiteres Glied in der Verkümmerungsreihe der Blattgebilde dar. Es sind Pflanzen mit meist mehr oder weniger verkümmerten Schuppenblättern, bei denen aber die Internodien stark gestreckt sind und die Assimilation hauptsächlich dem Stengel übertragen worden ist. Obwohl noch mit verhältnismässig gut ausgebildeten Blättern versehen, ist *Coronilla juncea* daher doch schon den Rutenpflanzen zuzuzählen, denn an der Assimilationstätigkeit ist bereits der Stengel sehr stark beteiligt und die Abschnitte der gefiederten Blätter sind schmal lanzett bis lineallanzett. Die meisten Staticearten haben sklerophytische basale Blätter, der Spross dagegen ist rutenartig ausgebildet. Typische Rutenpflanzen sind ferner: *Ephedra fragilis, Asparagus albus* und *horridus, Osyris alba* und *Polygonum equisetiforme*[1]) besitzen noch entfernt stehende, dünnlaubige und hinfällige, schmal lanzettliche Blätter, dann *Genista umbellata* und *G. murcica* (Fig. 10) und endlich *Sideritis glauca.*

8. Filzpflanzen. Die Zahl der Arten, welche mit einem dichten Indument von einfachen Woll- oder Seidenhaaren oder auch von Sternhaaren bedeckt sind, ist auffallend gross, einige Pflanzen sind von ganz edelweissartigem Aussehen, so *Mercurialis tomentosa, Cynoglossum cheirifolium, Lavatera maritima*, so einige Abarten von *Helichrysum stoechas*, ferner *Artemisia herba alba* und auch die *Andryala ragusina. Marrubium vulgare* findet sich in der Steppe in einer weisswolligen Varietät (v. *lanatum*). Eine seidenhaarige Bekleidung hat *Convolvulus lanuginosus* v. *sericeus.* Stark behaart sind ferner: *Matthiola tristis, Plantago albicans, Helianthemum pilosum* v. *tomentellum, Teucrium polium, T. pseudochamaepitys, Ballota hirsuta, Phlomis lychnitis, Marrubium alysson, Ajuga iva, Evax pygmaea* etc.

9. Sukkulenten. Auch die Sukkulenz ist innerhalb der Steppenflora eine recht häufige Erscheinung, es lässt sich mit Leichtigkeit eine Stufenleiter von „gelegentlichen Sukkulenten" bis zu den ausgesprochendsten Saftpflanzen zusammenstellen. In meiner Arbeit über die Pflanzenwelt Korsikas (No. 23 pg. 27) habe ich bereits darauf

[1]) Volkens, G., Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887. Gebr. Borntträger; Blattquerschnitt: Tafel IX. Fig. 7.

hingewiesen, dass *Silene sericea*, gewöhnlich eine Ruderalpflanze, und *Lotus corniculatus*, am Strande mehr oder weniger dickliche Blätter haben, währenddem dies an anderen Standorten nicht der Fall ist.

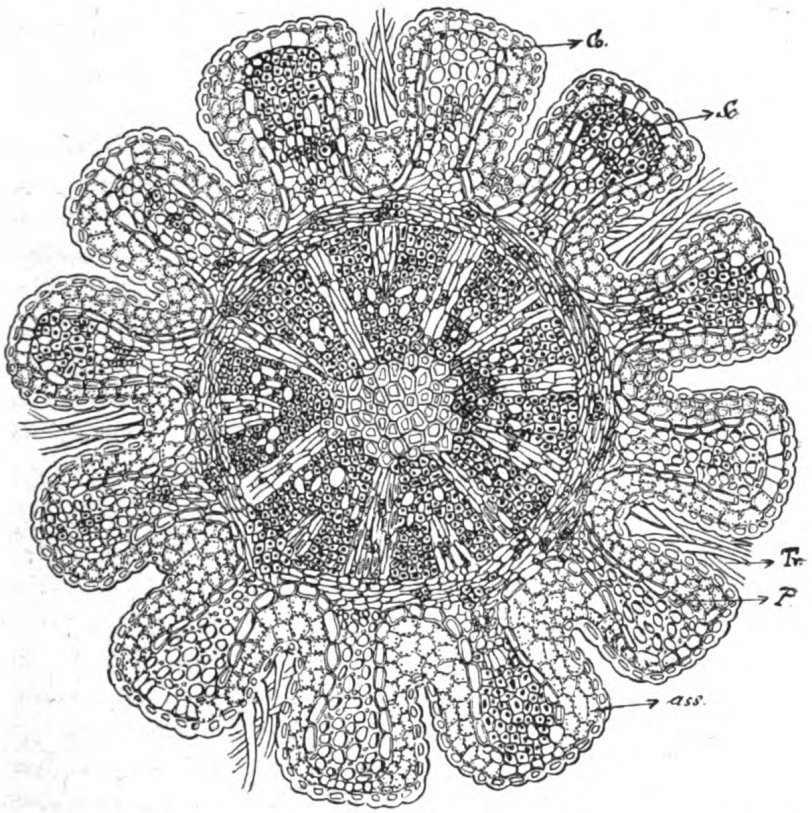


Fig. 10. *Genista murcica* Coss. (Orig.). Querschnitt durch den Stengel. Retamatypus mit tiefer Rillenbildung. In den Rillen stellenweise Haarbüschel (Tr.). dazwischen die Spaltöffnungen. Im Zentrum der Holzkörper mit primären und sekundären Markstrahlen. Der zentrale Teil der Rippen ist sehr verschieden gebaut, kleine Gefässbündel sind umgeben von dem mächtig entwickelten Collenchym (Co.) oder von Sklerenchym (Sc.). Eine, den Ausbuchtungen der Rillen folgende Parenchymscheide (P.) trennt das mechanische und leitende Gewebe von dem unter der verdickten Epidermis auftretenden Assimilationssystem (Ass.). Die chlorophyllhaltigen Zellen sind wenig entwickelt, mehr oder weniger polyedrisch, die Interzellularen spärlich und äusserst klein. Unter der konvexen Aussenfläche der Rillen ist ein einschichtiges, aus 4 bis 6 Zellen bestehendes Wassergewebe vorhanden, so wird das Assimilationssystem in so viele selbständige Abschnitte zergliedert als Furchen vorhanden sind.

Auch *Lobularia maritima* ist öfters ein solcher Gelegenheitssukkulent. Neigung zur Sukkulenz zeigen auch viele Zwiebelpflanzen, durch Ausbildung von dicken mastigen Blättern und Stengeln; so besonders der häufige *Asphodelus fistulosus*. Die meisten Sukkulenten der

Steppe sind Blattsukkulenten, daneben kommen jedoch auch Stammsukkulenten (Salicornien) vor. Bei *Mesembryanthemum nodiflorum* und *Aizoon hispanicum* ist sowohl Achse als Blatt sukkulent. Die meisten Saftpflanzen sind Halophyten (Halosukkulenten): *Atriplex halimus*[1]), *Beta Baurgaei*, *Peganum harmala*, *Suaeda fruticosa*, *Aizoon hispanicum*, *Mesembryanthemum nodiflorum*[2]), doch gibt es auch eigentliche Xerosukkulenten: *Moricandia arvensis*, *Sedum altissimum*, *Anthyllis cytisoides*, *Lycium intricatum*, *Linaria crassifolia*; alles Saftpflanzen, die entweder nicht oder doch nur ausnahmsweise auf Salzboden auftreten.

c) Zur Pflanzengeographie der Litoralsteppe.

Das Bild der Litoralsteppe wäre ohne einen Überblick über die verschiedene Ausbildung derselben und ihrer Beziehungen zu den übrigen Steppen unvollständig. Es drängt sich uns ferner die Frage auf, in wie weit bestimmte Formationen am Aufbau der Steppe beteiligt sind und ob von eigentlichen „Steppenelementen" gesprochen werden kann; endlich soll noch die Frage nach der Herkunft der Steppenflora erörtert werden.

I. Die Typen der Litoralsteppe.

Je nach dem die Pflanzendecke geschlossen oder offen, aus zerstreut wachsenden Pflanzen besteht, unterscheidet Drude[3]) zwei Kategorien von Steppen. Die Steppen mit geschlossener oder annähernd geschlossener Vegetationsdecke betrachtet dieser Autor als eine Facies der Grasfluren. Diese sog. Grassteppen bilden eine klimatisch bedingte Variante unserer Wiesen und treten von den sommerheissen und winterkalten Ländern der gemässigten und subtropischen Zone bis in die durch regenlose Trockenzeiten unterbrochenen Tropengebiete auf. Die Grassteppen zeigen in den einzelnen Ländern eine grosse Mannigfaltigkeit, welche durch die zwischen den Gräsern wachsenden, oft zu unentbehrlichen Bestandteilen werdenden anderen Vegetationstypen bedingt wird. Die im westlichen Nordamerika am Fuss der Rocky Mountains herrschenden „Prärien" gehören hierher; die Puszta (bedeutet so viel wie Öde) Ungarns ist ebenfalls eine solche Grassteppe und auch die südrussischen Steppen sind meistens Grassteppen.

---

[1]) Volkens, l. c., Blattquerschnitt Tafel XI Fig. 7.

[2]) Volkens, G., l. c. Blattquerschnitt Tafel XIII Fig. 3.

[3]) Drude, O. — in G. v. Neumayers Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, ed. III Bd. II (1905) pg. 359—362.

Doch unsere südostspanischen Steppen gewähren ein ganz anderes Bild. Die Litoralsteppe Willkomms besteht immer nur aus sehr offenen xerophytischen Vergesellschaftungen von Pflanzen, die nach Drude unter den Begriff der Wüstensteppen fallen. Die Entwicklung einer gegen Dürre geschützten Vegetation mit kurzer, auf Frühling und Frühsommer beschränkten Triebkraft, fehlender Anschluss der Gewächse zu einer zusammenhängenden Decke, daher Kahlheit des überall durchschauenden nackten Bodens sind die Merkmale echter Wüstensteppen, die übrigens mit den Grassteppen durch mancherlei Übergänge verbunden sind. Gegenüber Wüsten unterscheiden sich diese Steppen nach Warming[1]) nur dadurch, dass sie individuenreicher sind, denn die Pflanzendecke ist immerhin noch dichter und höher als in der eigentlichen Wüste. Die Steppen westlich von Huercal Overa gegen Baza nehmen stellenweise eigentlichen Wüstencharakter an. Uns drängt sich aber die Frage auf: Welches sind die Ursachen, die hier Grassteppen, dort Wüstensteppen bedingen?

Vergleichen wir z. B. die südrussischen Steppengebiete mit unserer Litoralsteppe. Wie wir bereits wissen, schwankt die mittlere jährliche Niederschlagsmenge im Gebiet der Litoralsteppe zwischen 29 und 45 cm. Südrussland zeigt nach J. Hann[2]) folgende jährliche Niederschlagsmengen: Kiew 53 cm, Kursk 43 cm, Samara 40 cm, Odessa 40 cm, Nikolajew und Sewastopol 38 cm, Astrachan und Novo Petrowsk 12 bis 15 cm. Abgesehen von diesen beiden letzten Stationen sind mithin die jährlichen Niederschlagsmengen Südrusslands nicht wesentlich erheblicher als diejenigen der Litoralsteppe. Wenn in Bezug auf die Gesamtmenge der Niederschläge das pontische Russland gegenüber dem murcianischen Steppengebiet etwas begünstigt ist, so ist nach der Verteilung der Niederschläge das Umgekehrte der Fall. Woeikof sagt darüber: „In der Steppe (Südrusslands) fällt das Maximum des Regens auf den Monat Juni. Die zwar bedeutenden Regenmengen des Juni haben jedoch keinen befruchtenden Einfluss auf das Erdreich, weil sie in Form von Gewittergüssen jählings herabstürzen und an der Oberfläche, ohne tiefer einzudringen, abfliessen. Herbst und Winter sind arm an Niederschlägen, und überdies gestattet der in der Steppe herrschende Buran keine Ansammlung einer tiefen Schneelage, weshalb auch die Schneeschmelze im Frühling dem Boden keine für die Vegetation hinreichende Wassermenge zuzuführen vermag."

---

[1]) Warming, E., Ökologische Pflanzengeographie, 1896. pg. 255.

[2]) Hann, J., l. c. vol. III. pg. 194.

Grösser und einschneidender sind die thermischen Unterschiede. Die Maxima überschreiten nur wenig und ausnahmsweise 40° C, dagegen besitzt Südrussland viel extremere Winter. Gegenüber den absoluten Minima von Valencia und Murcia mit nur — 3°, beziehungsweise — 5,5° C, treffen wir hier Zahlen von — 16,9° C (Sewastopol), — 34,4° C (Sarepta) und sogar mit — 37,1° C (Samara); daher bleibt denn auch die mittlere Jahrestemperatur erheblich hinter derjenigen der spanischen Litoralsteppe zurück. Diese grossen klimatischen Unterschiede bewirken, dass alle Gewächse mit grösseren thermischen Ansprüchen von den südrussischen Steppen ausgeschlossen werden, auch die Kultur subtropischer oder gar diejenige tropischer Nutzpflanzen ist daher unmöglich. Doch weder die Unterschiede im Klima, noch diejenigen in den Niederschlagsverhältnissen vermögen zu erklären, dass in Südrussland Grassteppen, in Südostspanien Wüstensteppen vorherrschen. Der Hauptunterschied beider Steppengebiete liegt eben nicht im Klima, sondern in der Bodenbeschaffenheit.

In der Abhandlung „Die südrussischen Steppen" bespricht G. J. Tanfiljew[1]) hauptsächlich die Bodenfrage. Der Boden der russischen Steppe ist tiefgründig und besteht aus hellgrauem Löss oder lössartigen hellbraunen Lehmen, welche oberflächlich von einer mehr oder weniger dunkelgefärbten Bodenschicht bedeckt sind. Je weiter nach Süden, desto dunkler gefärbt erscheint der anfangs graue Boden, bis er eine pechschwarze Farbe annimmt, und wir in das Gebiet der Schwarzerde oder des Tschernosjóm kommen. Etwa in der Mitte zwischen der Nordgrenze des Löss und dem Schwarzen und Asowschen Meere ist die Färbung des Bodens am dunkelsten, südlicher nimmt der Boden allmählich eine kastanienbraune Farbe an. Pallas hat bekanntlich im Jahre 1787 die Ansicht ausgesprochen, dass der Humusgehalt des Steppenbodens auf eine ehemalige Bewaldung zurückzuführen und somit zurückgebliebener Wald- und Torfhumus sei. Schon 1768 hat Güldenstädt in seinem Tagebuch geschrieben, dass der schwarze Stoff von Pflanzen herrührt, die einst auf dem schwach bewohnten und an pflanzenfressenden Tieren armen Boden ungestört wuchsen und dann verwesten. Über hundert Jahre hat diese Erklärung keine Beachtung gefunden, erst Ruprecht (1865) und dann besonders Dokutschajef (1883) traten mit Entschiedenheit für die Güldenstädtsche Auffassung auf, einer Erklärung, der sich der grosse Steppenforscher Tanfiljew ebenfalls rückhaltlos anschliesst. Diese Erklärung deckt sich mit der Theorie, die auch durch andere Tat-

[1]) Tanfiljew, G. J., Die südrussischen Steppen. Resultats scientifiques du congrès international de botanique. Vienne 1905. pg. 381—388 (1906).

sachen bestätigt wird, dass die südrussische Steppe stets waldlos gewesen sei. Auch von der Puszta sagt Kerner[1]): Der Boden wird gebildet aus einer tiefgründigen, bald mehr, bald weniger mit Humus gemengten Erde.

Kehren wir zur spanischen Litoralsteppe zurück. Leider haben wir auf unseren beiden spanischen Reisen versäumt, die Bodenbeschaffenheit einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen und Bodenproben behufs deren Analyse mit nach Hause zu nehmen. Immerhin entnehmen wir unseren Aufzeichnungen, dass der Boden der Litoralsteppe ganz wesentlich von demjenigen Südrusslands abweicht. Der Steppenboden Südostspaniens ist fast immer flachgründig-steinig, nicht selten tritt sogar der anstehende kahle, meist mehr oder weniger zerklüftete Fels zutage und dies nicht nur in den Sierren, sondern öfters sogar in der Niederung, so z. B. zwischen Villajoyosa und Alicante, um Cartagena, am nördlichen Rand der Huerta zwischen Orihuela und Murcia. Die zwischen den Steinen und in den Felsspalten auftretende Erde scheint reich an Mineralstoffen, aber fast immer arm an Humus zu sein. Dunklere oder sogar schwarze Erde haben wir nur in einigen Felsritzen der Sierren angetroffen. Löss kommt vor, ist aber im Steppengebiet Alicante-Cartagena-Murcia offenbar selten, häufiger dagegen westlich von Huercal Overa gegen Baza (im östlichen Andalusien); auch südlich von Benisa gegen Calpe haben wir Gelegenheit gehabt, typische Lösslandschaften, welche hier jedoch noch mit Felsenheiden, Garigues und dürftigen Macchien bestanden waren, kennen zu lernen. Dieser Löss ist fast immer nur von hell gelblichbrauner Färbung und von fein mergeliger Beschaffenheit, nie dunkelbraun oder gar schwarz. Häufiger sind Böden von auffallend rotbrauner Färbung. Schon beim Überschreiten der spanischen Grenze fallen diese wohl eisenschüssigen Böden in Katalonien auf, sie dienen meist der Ölbaumkultur. Der Steppenboden ist ferner fast stets salzig, und zwar sowohl im Steppengebiet Südrusslands wie in Spanien; öfters ist der Salzgehalt so gross, dass der Boden mit Salzausblühungen besetzt ist.

Die ganz andere Bodenbeschaffenheit verunmöglicht also hauptsächlich die Entwicklung von Grassteppen im Gebiet der spanischen Litoralsteppe. Einzig die ausgedehnten flachen Niederungen im Mündungsgebiet der grossen Flusstäler mit ihrem feinen sandig-mergeligen, infolge der Auslaugung nicht oder nur schwach salzhaltigen Böden würden stellenweise Grassteppen ermöglichen. In diesen bevorzugtesten Gebieten der Provinzen Valencia und Murcia

[1]) Kerner, A., Das Pflanzenleben der Donauländer, 1893. pg. 30.

lässt das Kulturland jedoch den ursprünglichen Zustand schon längst nicht mehr erkennen.

Die Willkommsche Litoralsteppe umfasst also nur Wüstensteppen. Je nach Bodenbeschaffenheit und Vegetationscharakter lassen sich folgende Typen unterscheiden:

1. Edaphische Facies der Litoralsteppe.

A. Boden sehr salzhaltig, in der Trockenperiode oft mit Salzausblühungen bedeckt. — Salzsteppen.

Mit Salzsteppen haben wir auf unseren Exkursionen nur flüchtige Bekanntschaft gemacht, so bei der Station Albatera-Catral, zwischen Elche und Orihuela und wieder zwischen Huercal Overa und Zurgena im östlichen Andalusien, an beiden Orten war der Boden mit Salzausblühungen bedeckt. Salzsteppen, oft von grösserer Ausdehnung, sind auch längs der Küste von Benidorm bis Cartagena anzutreffen, so um das Mar Menor. Salzhaltige Strandsümpfe werden als Marismas bezeichnet. Nördlich von Bobadilla haben wir die Laguna Salada bereits Anfang April am Rande mit einer Salzkruste bedeckt gesehen.

Die Salzsteppe von Albatera-Catral bis gegen Callosa besteht aus feinem Flugsand, sie ist in sehr offener Formation fast nur von Sukkulenten bewachsen. Als Leitpflanze tritt massenhaft *Salicornia fruticosa* L. auf, oft mit eigentümlich rötlicher Färbung. Dazu gesellen sich *Atriplex halimus* L., *Beta maritima* L., *Suaeda fruticosa* Forsk, *Inula crithmoides* L. und als einziger Vertreter des Baumwuchses hin und wieder eine kümmerliche Tamariske. Bereits werden Entwässerungskanäle durch die Salzsteppe gezogen und an einer Stelle ist sogar eine kleine Palmenpflanzung angelegt.

B. Boden wenig oder nicht salzhaltig.

a) Löss- und Sandsteppen. Die Unterlage wird gebildet durch Lockerböden von meist äolischer, seltener mariner oder limnischer Aufschüttung. Das Material ist bald feiner bis feinster Flugsand und zwar entweder rein oder mit lehmig-mergeligen Beimengungen, oder es ist Löss und dann von vorwiegend mergeliger Beschaffenheit. Wo diese Böden nicht salzhaltig sind und das nötige Wasser vorhanden ist, sind sie von hervorragender Fruchtbarkeit und dann regelmässig gut bebaut. Solche Löss- und Sandsteppen z. T. noch mit der ursprünglichen Pflanzenwelt bestanden, trafen wir am Mar Menor bei La Union, im Tal des Rio dulce, nördlich von Orihuela gegen Benferri und um Huercal Overa.

b) Grussteppen. Es sind Lockerböden, die aber nicht durch Aufschüttung (Alluvium), sondern fast immer durch Eluvium, d. h. an Ort und Stelle durch Zerfallen des anstehenden Gesteins entstanden

sind. Es ist unverbundener loser Gebirgsschutt, der bald Hügellandschaften und Hochflächen mit einem schützenden Mantel überzieht und so vor weiterer rascher Erosion schützt, bald bei steileren Hängen abrutscht und dann als mehr oder weniger breiter Gürtel den Fuss der Sierren umsäumt. Die Grussteppen bauen sich aus erbsen- bis haselnuss-, seltener bis faustgrossen, meist scharfeckigen Gesteinsmaterialien auf. Die Zwischenräume sind von einem feineren Material ausgefüllt, das öfters sogar erdige Beschaffenheit zeigt. Dieser Gebirgsschutt besitzt gewöhnlich nur eine geringe Mächtigkeit; inselartig treten hin und wieder die anstehenden Gesteine, meist als abgeflachte, wenig vorragende Felsköpfe zutage. Ein schönes Beispiel von Grussteppen lernten wir am Fuss der Sierren von Orihuela, im Westen dieser Stadt kennen.

c) Felssteppen. Die Unterlage bildet anstehendes, bald mehr oder weniger kompaktes, bald zerklüftetes Gestein. All' die zahllosen Sierren im Gebiet der Litoralsteppe sind fast ebensoviel Beispiele von Felssteppen. Die Vegetationsdecke ist natürlich äusserst offen und besteht fast nur aus Chasmophyten, d. h. Spaltpflanzen, die in den Spalten des Gesteins wurzeln und die z. T. auch das Geröll, das natürlich nie fehlt, besiedeln oder es sind Petrophyten, echte Felspflanzen, meistens Algen und Flechten, aber auch höhere Sprosspflanzen, die mit zahlreichen z. T. oberirdischen Wurzeln die Gesteine umfassen.

2. Floristische Facies der Litoralsteppe.

Nach der Vegetation haben wir auf diesen verschiedenen Bodenarten 5 Typen der Litoralsteppe kennen gelernt.

1. Die Lygeumsteppe (Lygetum). Sie scheint besonders mehr oder weniger salzhaltigen Löss- oder Sandboden zu bevorzugen. Als Begleiter treten immer eine grössere Zahl Halophyten auf, von denen viele Sukkulenten sind. Eine typische Lygeumsteppe trafen wir in den weiten Niederungen des Rio dulce, nördlich von Orihuela. Siehe pg. 80.

2. Die Halfasteppe oder Espartoformation (Espartetum, Tafel IV Fig. 7). Das bis mannshohe Halfagras tritt immer büschelweise auf, es bevorzugt Grusboden, fehlt aber auch auf Löss- und Sandboden nicht. Wenn Willkomm von „Grassteppen" spricht (Lit. 35 pg. 213), so denkt er an diese Formation. Um Verwechslungen mit den eigentlichen Grassteppen, die wir mit Drude, Kerner, Tanfiljew etc. in ganz anderem Sinn umschrieben haben, zu vermeiden, wird man daher am besten diese Willkommsche Bezeichnung fallen lassen. Halfasteppen sind im ganzen Gebiet der Litoralsteppe sehr verbreitet. Wir haben sie nördlich von Orihuela kennen gelernt

(siehe pag. 78), auch um Lorca, Empalme, Seron bis gegen Baza finden sich viele Halfasteppen. Von allen Bahnstationen zwischen Lorca und Baza wird Halfagras exportiert; auch an mehreren Stationen zwischen Granada und Bobadilla sahen wir ganze Eisenbahnwagen mit Halfa, das wohl auf der granadinischen und bätischen Steppe gesammelt wurde, beladen. Nach Willkomm finden sich grössere Halfasteppen auch um Cartagena und Mazarron und auf den im Norden der Gebirge gelegenen Plateaus. Rossmässler bildet als Titelblatt des zweiten Bandes seiner Reiseerinnerungen aus Spanien die Espartoebene bei Baza ab. Auf Karte II hat Willkomm in seinen Grundzügen der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel auch die Verbreitungsareale der spanischen Steppen eingetragen. Die Nordgrenze der Litoralsteppe stimmt recht gut mit unserer Beobachtung, dagegen sollte das Areal in westsüdwestlicher Richtung landeinwärts ziemlich vergrössert werden und sich nicht nur in einem schmalen Streifen längs der Küste hinziehen. Auf der Karte sind die Gebiete von Lorca und Baza gar nicht mehr der Steppe zugezählt.

2. Die Kleinstrauchsteppe ist besonders auf Grus- und zerklüftetem Felsboden entwickelt. Den schönsten Einblick in diesen Steppentypus verschaffte uns eine Exkursion nordwestlich von Orihuela; aber auch am Hafen von Cartagena und südwestlich von Villajoyosa ist die Steppe hauptsächlich als Kleinstrauchsteppe entwickelt. Es ist das eine sehr offene Wüstensteppe, in der eine ziemlich grosse Anzahl kleiner, bald dem Boden angepresster, bald ca. 10 bis 25 cm hoher, knorriger Sträucher mit meist erikoiden Blättern, die wesentlichen Bestandteile der ausserordentlich dürftigen Vegetationsdecke bilden; viele dieser Kleinsträucher sind als Filz- oder Rutenpflanzen ausgebildet. Die Gräser sind von untergeordneter Bedeutung und auch die Zwiebel- und Knollengewächse treten wenigstens an Artenzahl sehr stark zurück. Bezeichnend ist, dass meistens keine einzige Art vorherrschend ist; vermögen jedoch einzelne Arten zu eigentlichen Leitpflanzen zu werden, so sind es öfters nicht die eigentlichen Steppenpflanzen, sondern Vertreter der Felsenheide, vor allem der Asphodill (*Asphodelus fistulosus* L.) oder der Thymian (*Thymus vulgaris* L., seltener *Thymus zygis* L.).

4. Die Felsensteppe. Unsere erste Begegnung mit der Steppe, zwischen Villajoyosa und Alicante, gab uns schon einen Einblick in den Charakter einer Felssteppe. Schöne Beispiele von Felsensteppen verschafften uns dann ferner die Exkursionen auf die Sierra von Orihuela und auf den Monte Agudo bei Murcia. Die Felsensteppe ist wohl der an Individuen ärmste, an Arten aber vielleicht der reichste Typus der Litoralsteppe, die besonders durch ihre vielen

Phot.: R. Chodat.

Fig. 15. Noria bei La Union, westlich Cartagena.
(pag. 133)

Phot.: R. Chodat.

Fig. 16. Gemauerter Bewässerungskanal in Elche (pag. 132).

Phot.: R. Chodat.

Fig. 17. Hirtenhütte aus Arundo donax, in der Steppe (pag. 76).

Endemismen, durch zahlreiche iberisch-mauritanische oder südmediterran-orientalische Arten ausgezeichnet ist. Von einer Leitpflanze kann man auch hier nicht sprechen, denn es treten oft von Sierra zu Sierra erhebliche Wechsel im Florenbestande auf.

5. Das Salicornietum: Haupttypus der Salzsteppe (s. pag. 110).

II. Aufbau der Litoralsteppe nach Formationselementen.

Nach Villajoyosa, beim Betreten der ersten Steppeninsel, vollzog sich wie mit einem Schlage ein förmlicher Wechsel, nicht nur im Vegetationsbild, sondern auch im Florenbestand. Eine grosse Anzahl von Arten, die wir vorher entweder gar nicht oder höchstens nur ganz vereinzelt, gewissermassen als Fremdlinge angetroffen hatten, fanden sich hier nun allgemein verbreitet. Das Vegetationsbild war das einer verarmten Felsenheide, der Vergleich der Florenbestandteile musste aber sofort ergeben, dass dieser erste Eindruck nur nach der physiognomischen Seite hin berechtigt war, dass aber pflanzengeographisch die Steppe etwas vollständig Neues bedeutet, das keiner der bisherigen pflanzlichen Vergesellschaftungen der spanischen Riviera, nördlich von Benidorm, gleichzustellen oder unterzuordnen ist. Diese Auffassung ist durch unsere weiteren Exkursionen in der Litoralsteppe nur bestätigt worden.

Neben dem Hauptkontingent der eigentlichen Steppenpflanzen fehlen Vertreter anderer Formationen nicht ganz, doch diese treten meistens stark zurück, zwar öfters nicht sowohl an Arten — als hauptsächlich an Individuenzahl. Diese Pflanzen zeigen zudem gegenüber den eigentlichen Steppenpflanzen oft ein kümmerliches, zwerghaftes Dasein, das im Vergleich zum Vorkommen in ihrem natürlichen Formationsverband erkennen lässt, dass diese Arten hier nur Eindringlinge sind, die nicht recht Boden zu fassen vermögen.

Verhältnismässig am dürftigsten ist das Formationselement der Garigues und Macchien in der Steppe vertreten. Dasselbe umfasst folgende 24 Arten, d. h. ca. 13 % unserer Steppenausbeute.

Juniperus oxycedrus L.
Ephedra fragilis Desf.
Chamaerops humilis L.
Arisarum vulgare Targ. Tozz.
Quercus coccifera L.
Pistacia lentiscus L.
Rhamnus lycioides L.
Osyris alba L.
Globularia alypum L.
Daphne gnidium L.
Rubus amoenus Port.
Anthyllis cytisoides L.
Dorycnium suffruticosum L.
Coronilla glauca L.
Coronilla juncea L.
Calycotome spinosa Lk.

Calycotome villosa Lk.
Rosmarinus officinalis L.
Thymus vulgaris L.
Lavandula multifida L.
Erica multiflora L.
Phagnalon rupestre DC.
Phagnalon saxatile Cass.
Phagnalon sordidum DC.

Die Grosszahl dieser Arten fand sich übrigens hauptsächlich nur im Grenzgebiet der Steppe bei Villajoyosa und auf den Hügeln um den Hafen von Cartagena; einzig *Osyris* und *Thymus vulgaris* L. vermögen nach unseren Beobachtungen gelegentlich auch in der eigentlichen Steppe eine grössere Bedeutung zu erlangen.

Grösser ist der Anteil des Formationselementes der Felsenheide in der Steppe. In unseren Steppenlisten figuriert dieser Bestandteil mit 65 Arten, d. h. mit 35 %. Die Mehrzahl derselben treten jedoch auch sehr sporadisch auf, nur wenige sind häufig, oder vermögen selbst zu charakteristischen Bestandteilen der Steppe zu werden. Noch seltener erlangen sie die Bedeutung von Leitpflanzen, dies aber immer nur auf kleinen Gebieten. Diese gelegentlich in der Steppe dominierenden Arten der Felsenheide sind: *Asphodelus fistulosus* L., *Passerina hirsuta* L., *Teucrium polium* L. v. *capitatum* (L.) Briq. und *Helichrysum stoechas* DC.

Oft häufig, aber doch kaum je vorherrschend, kommen in Betracht: *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., *Gladiolus illyricus* L., *Tropetalum serotinum* Ker., *Ruta chalepensis* L. v. *angustifolia* Pers., *Fumana laevipes* Spach und *F. viscida* Spach, *Mercurialis tomentosa* L., *Paronychia argentea* Lam., *Marrubium vulgare* L., öfters in der v. *lanatum* Bth., *Phlomis lychnitis* L., *Convolvulus lanuginosus* Desv. v. *sericeus* Boiss., *Evax pygmaea* (L.) Pers., *Asteriscus maritimus* Mönch und *Senecio linifolius* L.

Alle übrigen 47 Arten sind von ganz untergeordneter Bedeutung.

Von der eigentlichen Steppenflora ist endlich noch das Formationselement der Strandflora zu trennen. Die Ausscheidung von Strand- und Steppenpflanzen ist jedoch keine leichte Aufgabe, denn wir beobachten vielfach, wie sich diese beiden Bestandteile vollständig mengen, so dass Strandpflanzen zu charakteristischen, häufigen Steppenpflanzen und umgekehrt Steppenelemente auf flachem, sandigem Boden an der Küste zu Strandpflanzen werden. Strand- und Steppenpflanzen neigen eben in gleicher Weise zum Halophytismus und damit auch zum Xerophytismus. Einzig die Verbreitungsverhältnisse können uns einen Fingerzeig für die Ausscheidung von Steppen- und Strandpflanzen liefern. Als Strandpflanzen werden wir diejenigen Arten bezeichnen müssen, welche nicht nur im Gebiet der Litoralsteppe, sondern durch das ganze Mittelmeerbecken und oft noch über dasselbe hinaus als Strandbewohner bekannt sind.

In dieser Umgrenzung ist nach unseren Listen die Strandflora nur mit 13 Arten, d. h. mit ca. 7 %, vertreten. Es sind:

Cakile maritima L.
Lobularia maritima Desv.
Spergularia marina Wk.
Frankenia pulverulenta L.
Lavatera maritima L., Strandfelsenpflanze.
Atriplex halimus L.
Salicornia fruticosa L., Strandsümpfe.
Suaeda fruticosa Forsk.
Beta maritima L.
Statice sinuata L.
Statice echioides L.

Was diesem Bestandteil an Artenzahl abgeht, das wird durch die allgemeinere Verbreitung, das häufigere massenhafte Auftreten und das frohwüchsige Wachstum desselben nachgeholt.

Die drei Formationsbestandteile der Garigue, Felsenheide und Strandflora beanspruchen somit zusammen ca. 55 % der von uns in der Steppe gesammelten Pflanzen. Bringen wir noch die Ruderalpflanzen (z. B. *Reseda alba* L. und *R. lutea* L., *Erodium cicutarium* L'Hérit, *Spergularia rubra* Pers. etc.) mit weiteren 5 % in Rechnung, so bleiben immer noch 40 % für die eigentliche Steppenflora übrig. Da aber diese Arten meist häufig, ja oft massenhaft auftreten, so ist das Vorherrschen des Steppenelementes noch auffälliger als diese Zahl erwarten lässt. Unsere Listen verzeichnen 76 Steppenpflanzen, nach Willkomm zählt die Litoralsteppe 161 eigentliche Steppenpflanzen. Verhältnismässig wenige dieser Pflanzen sind durch das ganze Gebiet der Litoralsteppe ziemlich gleichmässig und dann jeweilen massenhaft verbreitet, so vor allem *Macrochloa tenacissima* (L.) Kth., *Lygeum spartum* L., *Artemisia herba alba* Asso., zuweilen auch *Haloxylon articulatum* (Cav.) Bunge, *Fagonia cretica* L., *Peganum harmala* L., *Marrubium alysson* L. und *Thymus zygis* L. Die Mehrzahl der Steppenpflanzen zeigt eine Verbreitung in kleinen und kleinsten Arealen, einzelne Arten finden sich gelegentlich auch in mehreren weit auseinanderliegenden Zentren, dies gilt besonders für die Felsensteppenflora der Sierren. Wo aber eine eigentliche Steppenpflanze vorkommt, da ist sie fast immer häufig. Nach Willkomm sind von den 161 Steppenpflanzen 69 (d. h. 43 %) auf der iberischen Halbinsel endemisch, etwa 35 davon (22 %) scheinen sogar nur in der Litoralsteppe aufzutreten. Der Lebensweise nach sind 89 (55 %) halophil, der Rest vorwiegend xerophil und 68 (ca. 42 %) finden sich in Europa überhaupt nur in der Litoralsteppe, sei es, dass sie hier endemisch oder auch noch in den Steppengebieten Nordafrikas und des Orients angetroffen werden. Im folgenden Kapitel soll die Flora der Litoralsteppe noch einer pflanzengeographischen Analyse unterzogen werden.

III. Herkunft der Flora der Litoralsteppe.

Nach der Verbreitung ihrer einzelnen Bestandteile zerfällt die Flora der Litoralsteppe in folgende Kategorien:

1. Perimediterrane Arten. In unseren Exkursionslisten sind diese Arten mit einem lichten Dreieck (△) bezeichnet, sie sollen daher hier nicht nochmals aufgeführt werden. Diese Gruppe umfasst 41 Arten, d. h. ca. 22,3 %. Eigentliche Steppenpflanzen finden wir darunter nicht, es sind alles Formationselemente der Garigues, der Felsenheide oder Strandflora. Von grösserer Bedeutung sind nur: *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S., *Passerina hirsuta* L., *Osyris alba* L., *Atriplex halimus* L. und *Evax pygmaea* (L.) Pers.

2. Mediterran-mitteleuropäische Arten. Pflanzen, deren eigentliche Heimat auch meist im Mittelmeergebiet zu suchen ist, die aber eine grössere Feuchtigkeit und besonders auch niedere Temperaturen gut zu ertragen vermögen und daher weit nach Mittel- ja selbst bis nach Nordeuropa verbreitet sind, jedoch dem Orient fehlen. Die Zahl dieser Arten ist in der Steppe sehr klein, es sind deren nur 5 (2,8 %), davon hat sich einzig *Ononis natrix* L. in den wärmeren Teilen des südlichen Mitteleuropas eingebürgert, auch *Eryngium campestre* L. ist nur stellenweise verbreitet; *Reseda phyteuma* L. und *Diplotaxis muralis* DC. sind bei uns als Anthropochoren eingeschleppt und *Cakile maritima* Scop. ist endlich eine nach Norden weit verbreitete Strandpflanze.

3. Mediterran-orientalische Arten. Arten, deren Verbreitungsareale nicht nur das ganze Mittelmeerbecken umfassen, sondern östlich noch über die mediterranen Randlandschaften hinausgehen, sich nach Armenien, Syrien, Mesopotamien, z. T. auch nach Arabien und nach Persien, ja selbst bis nach Affghanistan, Belutschistan und bis ins Indusgebiet erstrecken. Im Mittelmeergebiet sind diese Pflanzen zum grösseren Teil von südmediterraner Verbreitung, doch erreicht eine kleinere Abteilung auch noch Mitteleuropa. Das Kontingent des mediterran-orientalischen Verbreitungselementes ist sehr bedeutend, umfasst es doch 58 Arten unserer Liste, d. h. ca. 31,2 %, und was noch wichtiger ist, diesem Verbreitungselement gehört eine stattliche Zahl typischer Steppenpflanzen an. (In den Exkursionsberichten mit ▲ bezeichnet.)

a) Pflanzen von mediterran-orientalischer Verbreitung, welche auch noch Mitteleuropa erreichen. Diese Gruppe zählt nur 12 Arten, darunter finden sich keine Steppenpflanzen. Es sind:

Cynodon dactylon (L.) Pers.
Plantago coronopus L.
Spergularia rubra Pers.
Spergularia media Pers.
Erodium cicutarium L'Hérit.
Torilis nodosa (L.) Gaertn.

Rubus amoenus Port.
Helianthemum salicifolium (L.) Mill.
Fumana procumbens (Dun.) G. G.
Anagallis coerulea Schreb.
Sherardia arvensis L.
Marrubium vulgare L.

Mit Ausnahme von *Marrubium vulgare* L., einer Pflanze, die in der Steppe öfters in einer sehr stark wollig-filzigen Varietät (v. *lanatum* Bth.) auftritt, sind diese Pflanzen in der Steppe sonst alle immer von untergeordneter Bedeutung, ja sogar meist selten. Dies ist nicht der Fall bei der folgenden Abteilung.

b) Pflanzen von mediterran-orientalischer Verbreitung, welche aber Mitteleuropa nicht erreichen. Typische oder doch vorwiegend als Steppenpflanzen auftretende Arten sind mit „St" bezeichnet.

Sphenopus divaricatus (Gou.) Rch.
Andropogon pubescens Vis.
Koeleria phleoides (Vill.) Pers.
Lamarckia aurea Mönch
Phalaris minor Retz.
Bromus matritensis L.
Bromus rubens L.
Brachypodium distichyon (L.) R. et S.
Aegilops ovata L.
St *Stupa parvifolia* Desf. (Arabien).
St *Stupa tortilis* Desf. (S. Persien, Belutschistan)
St *Piptatherum coerulescens* P. B. (Affghan.)
St *Erianthus Ravennae* P. B. (Pers. occid., austr.)
St *Notolaena vellea* Desv. (Pers., Affghan.)
Passerina hirsuta L.
St *Polygonum equisetiforme* Sibth. (Mesop., Pers., Affghan.)
St *Suaeda fruticosa* Forsk. (Arab., Ind.)
St *Haloxylon articulatum* (Cav.) Bunge (Arab., Nordafrika bis Marokko, Süd- und Südost-Spanien)
St *Peganum harmala* L. (Arab., Pers., Turkest.)
St *Aizoon hispanicum* L. (Palmyra, Arabien, Pers.)
St *Mesembryanthemum nodiflorum* L. (Arab., Mesopot.)
St *Plantago albicans* L. (Arab., Pers.)
Plantago lagopus L.
St *Statice Thouini* Viv. (Arabien, Pers. austr.)
Frankenia pulverulenta L.
Reseda alba L.
Ruta chalepensis L. v. *angustifolia* Pers.
St *Carrichtera vellae* DC. (Syrien, Mesop., Pers.)
St *Vicia amphicarpa* Boiss. (Mesopot.)
Psoralea bituminosa L.
Trifolium stellatum L.
St *Boerhaavia plumbaginea* Cav. (Sinai, Arab., Belutsch., Ind.)
St *Marrubium alysson* L. (Arabien)
Teucrium polium L.
Orobanche Muteli F. Schultz.
Lithospermum apulum Vahl.
Echium italicum L.

Vaillantia hispida L.
Picridium tingitanum Desf.
Calendula arvensis L.
Urospermum picroides Desf.
Pallenis spinosa Cass.
Phagnalon rupestre DC.
Atractylis cancellata L.
st *Artemisia herba alba* Asso (Damascus, Pers., Affgh.)
st *Zollikoferia resedifolia* Coss. (Arabien, Mesopotamien, Persien).

4. Westmediterrane Arten: Diese Gruppe umfasst Arten, deren Verbreitungszentrum im westlichen Mittelmeerbecken liegt und die entweder bereits schon in Ligurien, Korsika-Sardinien, Sizilien oder dann jedenfalls in Dalmatien ihre Ostgrenze finden. Von diesem Verbreitungstypus haben wir in der Litoralsteppe noch 17 Arten (9,2 %) angetroffen; es sind:

a) Ostgrenze in Italien-Sizilien:

Chamaerops humilis L. Lusit. Hisp. mer., Neapel, Sicil.)
Asparagus albus L.
Calycotome spinosa (L.) Link
Dorycnium suffruticosum Vill.
Fumana laevipes Spach
Brassica fruticulosa Cyr. (nur *Tamarix gallica* L.
Lavatera maritima L.
Thymus vulgaris L.
Cynoglossum cheirifolium L.
Phagnalon saxatile DC.
Phagnalon sordidum DC.

b) Ostgrenze wird erst in Dalmatien erreicht:

Coronilla juncea L.
Biscutella auriculata L.
Helichrysum stoechas DC.
Gladiolus illyricus Koch (erreicht noch Serbien)
Astragalus sesameus L.

Diese Liste enthält somit keine einzige eigentliche Steppenpflanze, dagegen vermögen *Helichrysum stoechas* DC. und *Thymus vulgaris* auch in der Steppe öfters geradezu tonangebend zu werden, auch *Gladiolus illyricus* Koch und *Cynoglossum cheirifolium* L. sind in derselben stellenweise häufig.

5. Südmediterrane Arten. Pflanzen, welche nur dem südlicheren Teil des Mittelmeerbeckens angehören: Südportugal, Süd- und Südostspanien, Sardinien, Sizilien, südlichstes Italien, Griechenland, Creta und Nordafrika. Obwohl diese Gruppe nur 11 Arten (6,1 %) umfasst, kommt ihr doch eine grosse Bedeutung zu, indem ihr eine Reihe sehr wichtiger, häufiger und allgemein verbreiteter Steppenpflanzen der spanischen Litoralsteppe angehören. Diese Arten haben offenbar in Nordafrika und Südspanien ihr Massenzentrum, in dem übrigen südlichen Teil des Mittelmeers sind sie meist nur spärlich vertreten. Hierher:

st *Lygeum spartum* L.
Asparagus horridus L.
Gynandriris sisyrinchium (L.) Parl.

Ephedra fragilis Desf. (vorwiegend südwestmediterran, östlich bis Sizilien)

st*Helianthemum lavandulaefolium* DC. (selten in Südfrankreich und Ligurien)

st*Brassica Tournefortii* Gou.

st*Moricandia arvensis* DC. (auch noch selten in Südfrankreich, vorwiegend südwestlich mediterran bis Sizilien, in Griechenland selten)

Ononis ornithopodioides L.

st*Statice echioides* L.

st*Coridothymus capitatus* Rchb. f.

st*Fagonia cretica* (hauptsächlich Nordafrika, Süd- und Südostspanien, selten auf Sizilien [bei Ficuzza], ebenso selten auf Melita und Creta.

Diese Art vermittelt somit den Übergang zum siebenten Verbreitungselement.

6. Iberisch-orientalische Arten. Diese Gruppe umfasst diejenigen Pflanzen, deren Heimat in den Steppen- und Wüstengebieten Vorderasiens zu suchen ist, die aber auch noch auf der iberischen Halbinsel vorkommen, in den Zwischengebieten jedoch meistens ganz fehlen. Von diesem Verbreitungstypus haben wir nur eine Art gesammelt, *Astragalus sinaicus* Boiss. = *A. pseudostella* Del., neu für Spanien, denn der einzige spanische Standort ist unsere Fundstelle in der Halfasteppe, nördlich von Orihuela. Bisher war diese Art von der Sinaihalbinsel, von Ägypten, den Inseln Chios, Syra, Tinos und als Seltenheit von Südgriechenland (Argolis, Attica) bekannt, sowie von einigen vermittelnden nordafrikanischen Fundstellen (Biskra, Aïn-Sefra, Südtunesien).

Die Zahl der Arten der iberisch-orientalischen Gruppe ist übrigens nicht besonders gross. Willkomm (Lit. 36 pg. 103) erwähnt immerhin 40 orientalische Pflanzen, doch deckt sich dieser Begriff nicht ganz mit unserem Verbreitungselement, indem in dessen Artenliste eine Reihe von Pflanzen aufgeführt werden, die auch in Nord-Afrika oder sogar in Süditalien oder Sizilien vorkommen und somit unserem mediterran-orientalischen, beziehungsweise südmediterranen Verbreitungselement zuzuzählen sind. Wenn wir als orientalische Arten diejenigen Pflanzen verstehen, die von ihrer östlichen Heimat (Persien, Arabien, Syrien, Kaukasusländer) nördlich und westlich bis nach Südrussland, Ungarn, Griechenland und Creta ausstrahlen, so gehören folgende 22 Arten der Flora der iberischen Halbinsel der iberisch-orientalischen Gruppe an:

		Verbreitung in Spanien-Portugal	Verbreitung im Orient
Pholiurus pannonicus Trin.	⊙	Spanien (Castrillo).	Transkaukasien, Südrussland, unteres Donaugebiet, Thracien, Dalmatien.
Kalidium foliatum Moq.	♄	Südspanien.	Mongolei, Sungarei, Turkestan, Südrussland.
Eurotia ceratoides C. A. Mey	4	Südspanien, Aragonien.	Vorderindien, Belutschistan, Persien, Arabien, Armenien, Kaukasusländer, S.- u. S.O.-Russland.
Eurotia ferruginea Boiss.	♄	Südspanien.	Turkestan, Persien.
Pharnaceum cerviana L.	⊙	Zentralspanien.	Nubien, Abessinien, Arabien, Indusgebiet, S.-Sibirien, Kaukasusländer, S.-Russland, Thessalien (selten), Griechenland.
Viscum cruciatum Sieb.	♄	Südspanien.	Palästina.
Lepidium perfoliatum L.	⊙	Zentralspanien (Castilien, Leon, Asturien).	Belutschistan, Affghanistan, Turkestan, Persien, Kleinasien, Chios, Kaukasusländer, Süd-Russland, Transsilvanien, Dalmatien, Croatien, Ungarn, Österreich.
Erucaria allepica Gaertn.	⊙	Süd- u. Südostspanien	Mesopotamien, Arabien, Ägypten, Palästina, Syrien, Kleinasien, Archipel, Creta, Argolis, Attika.
Aethionema ovalifolium Boiss., nur s. spec. v. *Aeth. saxatile* (L.) R. Br.	4	Südsüdostspanien.	Kleinasien (Anatolien), Creta, Peloponnes (selten).
Ranunculus demissus DC.	4	S.-Spanien (Granada).	Südpersien, Kleinasien, Libanon, Griechenland (Peloponnes, Chelmos, Kyllene).
Cerastium perfoliatum L.	⊙	Süd-, Ost-, Zentralspanien.	Kleinasien, S.-Russland.
Helianthemum villosum Thib.	⊙	Süd- und Zentralspanien.	Russisch-Armenien.
Ononis hirta Desf.	⊙	Südspanien (Nordafrika?).	Palästina, Syrien, Kleinasien.

Phot.: P. Bohny.

Fig. 18. Caserio und Volkstypen bei Orihuela, am Weg zum Rio dulce.

Rechts der Backofen (pag. 77).

		Verbreitung in Spanien-Portugal	Verbreitung im Orient
Adenocarpus villosus Boiss.	♄	Zentralspanien.	Kleinasien.
noch verwandt mit *A. intermedius* DC.		Ganz Spanien, Portugal, Sizilien, Süditalien.	Nordsyrien, Libanon, Euböa, Athos.
Geum umbrosum Boiss.	♃	Süd- u. Ostspanien (Dauphiné).	Persien, Libanon, Kleinasien, Südrussland.
Malvella Sherardiana Jaub.	☉	Zentralspanien.	Palästina, Syrien, Kleinasien, Armenien, Transkaukasien, Krim, Thracien, Macedonien, Griechenland.
Salvia piunata L.	☉	Südspanien.	Palästina, Nordsyrien, Kleinasien.
Scutellaria orientalis L.	♃	Südspanien.	Nordpersien, Kurdistan, Armenien, Kleinasien, Transkaukasien, Krim, Thracien, Griechenland, Dalmatien, Kroatien.
Lycopsis orientalis L.	☉	Murcia (Nordafrika?).	Affghanistan, Persien, Kurdistan, Armenien, Kleinasien, Krim, Südrussland.
Veronica digitata Vall. (sehr nahestehend d. *V. chamaepitys* Griseb.	☉	Zentralspanien (Alt- und Neu-Castilien), selten.	Kleinasien, Thracien.
Myosotis refracta Boiss.	☉	Südspanien.	Turkestan, Mesopotamien, Syrien, Palästina, Kleinasien, Cypern, Creta, Attica.
Pulicaria arabica Cass.	☉	Südost- u. Zentralspanien.	Persien, Mesopotamien, Ägypten, Syrien, Cypern, Kleinasien, Rhodos, Creta.

7. Iberisch-mauritanische Arten. Das Verbreitungszentrum dieser Gruppe umfasst das südliche Portugal, Süd- und Südostspanien, sowie die gesamten Atlasländer vom atlantischen Ozean (Marokko) bis Tunesien. Mehrere Arten erreichen auch die Balearen; sporadisch treten einige Pflanzen dieser Gruppe noch an vereinzelten Stellen Südfrankreichs oder selbst in Ligurien auf. Diese Gruppe ist sehr wichtig, denn 25 Arten unserer Steppenausbeute (16,6 %) besitzen

diese Verbreitung; sie umfasst zudem mehrere der wichtigsten Steppenpflanzen, wie z. B. das Halfagras.

st *Macrochloa tenacissima* (L.) Kth.
st *Arena filifolia* Lag.
Cropetalum serotinum Ker., nördlich bis in die Pyrenäen und Südfrankreich.
st *Matthiola parviflora* R. Br.
st *Eruca vesicaria* (L.) Cav.
st *Herniaria polygonoides* Cav.
st *Helianthemum pilosum* Pers.
Polygala rupestris Pourr.
Viola arborescens L.
Rhamnus lycioides L.
st *Haplophyllum hispanicum* Spach
Genista umbellata Poir.
Aristolochia baetica L.
Euphorbia sulcata (DC.) Lens.
st *Beta Bourgaei* Coss.
st *Ballota hirsuta* Bth.
st *Sideritis leucantha* Cav.
Teucrium pseudochamaepitys L.
Lavandula multifida L.
st *Withania frutescens* Pauq.
st *Lycium intricatum* Boiss.
(st) *Andryala ragusina* L.
(st) *Kentrophyllum arborescens* Hook.
Anacyclus valentinus L.
(st) *Senecio linifolius* L.

8. Makroiberische Arten. Unter dieser Bezeichnung fassen wir alle diejenigen Arten zusammen, deren Hauptverbreitungszentrum auf der iberischen Halbinsel liegt, die aber über die Grenzen Spaniens längs der mediterranen, gelegentlich auch längs der atlantischen Küste Frankreichs ausstrahlen, ohne jedoch weder Ligurien noch England oder Belgien zu erreichen; einige finden sich vereinzelt auch in Nordafrika.

In der Litoralsteppe haben wir nur 5 Arten (2,8 %) von diesem Verbreitungstypus vorgefunden, nämlich:

Mercurialis tomentosa L.
Anthyllis cytisoides L. (auch noch auf den Balearen, vereinzelt auf Korsika).
Convolvulus lanuginosus Desr.
Lithospermum fruticosum L., in der Steppe durch die eigentümlich knorrige v. *intricatum* Briq. vertreten.
Phlomis lychnitis L.

9. Entoiberische Arten. Pflanzen, deren Verbreitungsareal innerhalb der iberischen Halbinsel gelegen ist, sich aber hier jeweilen über mehrere klimatische Provinzen erstreckt. Die Gruppe umfasst folgende 7 Arten (3,8 %).

Euphorbia Lagascae Sp. Hisp. mer., cent. als grosse Seltenheit auch noch in Sardinien.
Reseda Gayana Boiss., Hisp. centr., orient., merid.
Thymus zygis L. Lusit. Hisp. merid., centr., orient.
Linaria crassifolia Kze. Arag. Cat. Hisp. orient. et merid., centr.

Centaurea ornata Willk. Arag., Zentral-, Ost-, Südspanien.
Zollikoferia pumila DC. Arag., Navar., Ost-, Südspanien.
Artemisia Barrelieri Boiss. Catal. Ost-, Südspanien.

10. Mikroiberische Arten. Pflanzen von ganz beschränkter Verbreitung innerhalb Spaniens, oft nur von einem oder von wenigen, innerhalb der gleichen Klimaprovinz liegenden Standorten bekannt. Es sind meistens eigentliche Charakterpflanzen der Litoralsteppe, z. T. finden sie sich ausser in der Litoralsteppe auch noch in Granada. Oft schönste Beispiele von Lokalendemismen. Diese Gruppe ist in unserer Liste mit 14 Arten (7,6 %) vertreten.

Pendulina Lagascana (DC.) Wk., Valencia (Villajoyosa, Alicante, Orihuela), Murcia, Granada.

Pendulina intricata Wk., Südvalencia, Murcia, Almeria.

Es sind dies zwei nahverwandte Arten der Willkommschen Gattung Pendulina, welche von vielen Autoren als besonderer Tribus dem Genus Diplotaxis untergeordnet werden. Die nächststehende *D. Harra* (Forsk.) Boiss. ist eine Wüstenpflanze der Sahara, die von Nordafrika bis nach Persien verbreitet ist.

Erucastrum baeticum (Boiss.) Lge. Murcia (Fuensanta, südlich von Lorca) und einige Standorte in Granada.

Guirao arvensis Coss., einzig auf mergelig-gipshaltigem Boden um Murcia, ist ein monotypisches Genus von so eigenartigem Bau, dass dessen systematische Stellung in der Familie der Cruciferen noch nicht abgeklärt ist. Wie Prantl[1]) betont, dürfte Guirao wegen des zweifächerigen vorderen Gliedes der Frucht vielleicht zu den Vellinae zu stellen sein; zurzeit wird die Pflanze gewöhnlich den Brassicinae untergeordnet. Die nächststehenden Genera sind Reboudia mit zwei Arten in Nordafrika bis Arabien verbreitet, das monotypische nordafrikanische Genus Enarthrocarpus mit 6 dem östlichen Mittelmeerbecken und Nordafrika angehörigen Arten.

Reseda leucantha Hegelm. Unter den entoiberischen Arten haben wir die *Reseda Gayana* Boiss. aufgeführt, die *Reseda leucantha* Hegelm. ist mit diesem südspanischen Endemismus nahverwandt, besitzt jedoch noch ein viel kleineres Verbreitungsareal, denn sie ist nur von Südvalencia (Elche, Orihuela) und Murcia bekannt.

Astragalus hispanicus Coss., einzig von zwei entfernten Standorten

[1]) Prantl, K. — Cruciferae in: Engler, A. und Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. III. 2 (1891), pg. 180.

bekannt: Valencia (Alcoy, Villajoyosa) und Granada (Sierra de Jarama), steht dem *Astragalus vesicarius* L. am nächsten, doch ist sie immerhin von dieser vorwiegend osteuropäischen Art spezifisch verschieden.

Genista murcica Coss., ein ephedroider Ginster, wird nur von der Sierra bei Orihuela angegeben.

Statice caesia Gird., nur im südlichen Valencia (Alicante und Orihuela) und an wenigen Stellen in Murcia.

Teucrium Freynii Rev. Südvalencia, Murcia.

Teucrium buxifolium Schreb. Valencia, Murcia und Granada (Almeria, Monte Muela).

Sideritis glauca Cav., höchst eigentümliche Rutenpflanze, wie *Genista murcica* auf die nächste Umgebung von Orihuela (Sierra de Callosa und S. Miguel) lokalisiert.

Thymus longiflorus Boiss., wiederum eine sehr scharf charakterisierte Art. Das stark verzweigte Kleinsträuchlein ist sehr kurz weisslich behaart, hat lineale, am Rande umgerollte, schneeweisse Blätter. Im gedrungen-ährigen Blütenköpfchen sind die Brakteen sehr gross und von auffallend blauvioletter Färbung, so erinnert die Pflanze sehr an *Lavandula stoechas*. Diese Art hat zwei lokalisierte Verbreitungszentren, das eine liegt in Südvalencia, das andere im östlichen Teile von Granada.

Lafuentea rotundifolia Lag. Es ist dies wieder ein Endemismus von ganz besonderem Interesse, handelt es sich doch hier um eine monotypische Scrophulariacee, welche die Tracht einer Labiate hat. Nicht nur die zweilippige Blütenkrone, sondern auch die gegenständigen, rundlich-gekerbten Blätter erinnern an Lippenblütler. Die nächst verwandten Gattungen dieses niederliegenden Halbsträuchleins sind: *Oreosolen* Hook; ein monotypisches Genus des Himalaya; *Campylanthus* Roth. mit 5 Arten, von denen je eine auf den Canaren, den Capverden, in Westafrika, auf Sokotra und in Arabien-Belutschistan auftritt und endlich das Genus *Oursia* mit 19 Arten, die alle der südlichen Hemisphäre der alten und neuen Welt angehören. Die Lafuenta kann somit geradezu als ein klassisches Beispiel für absoluten (alten) Endemismus[1]) gelten.

Galium murcicum Boiss., nur auf einigen Sierren um Murcia und Jaën.

Diese 14 Pflanzen sind somit vollwertige, nicht sogenannte „kleine Arten". Unsere Reise hat uns jedoch nur mit einem kleinen Teil der

[1]) Engler, A., Die Pflanzenformationen und die pflanzengeographische Gliederung der Alpenkette. Notizblatt des Königl. bot. Gartens und Museums zu Berlin. Appendix VII (1901) pg. 83 ff.

Litoralsteppe bekannt gemacht. Nach Willkomm[1]) scheinen 35 Steppenpflanzen überhaupt nur in der Litoralsteppe aufzutreten, sind also für dieses Gebiet bezeichnende Endemismen. Damit ist aber der grosse Reichtum noch nicht erschöpft, denn nicht weniger als 68 Arten sind in Spanien und ganz Europa überhaupt nur aus der Litoralsteppe bekannt, d. h. neben den 35 absoluten Endemismen besitzt dieselbe noch weitere 33 Arten, die ausser in Spanien nur noch in Nordafrika oder im Orient wiederkehren, mithin als relative Endemismen[2]) gelten dürfen.

Wir sind am Schlusse unserer pflanzengeographischen Analyse der Litoralsteppe. Was ist das Ergebnis derselben? Die folgende Tabelle bringt eine übersichtliche Zusammenstellung über die Beteiligung der einzelnen Verbreitungselemente unserer Ausbeute in der Litoralsteppe.

	Verbreitungselemente	%	
I.	Perimediterrane Arten	22,3	
II.	Mediterran-mitteleuropäische Arten	2,8	I = 34,3 %
IV.	Westmediterrane Arten	9,2	
VI.	Iberisch-orientalische Arten	0,6	**Orientalische Gruppe**
III.	Mediterran-orientalische Arten	31,2	II = 31,8 %
V.	Südmediterrane Arten	6,1	**Iberische Gruppe**
VII.	Iberisch-mauritanische Arten	13,6	
VIII.	Makroiberische Arten	2,8	III = 33,9 %
IX.	Entoiberische Arten	3,8	
X.	Mikroiberische Arten	7.6	

Diese zehn Verbreitungselemente lassen sich nun in drei Kategorien zusammenfassen. Gruppe I umfasst die perimediterranen, die mediterran-mitteleuropäischen und die westmediterranen Arten in der allerdings stattlichen Zahl von 63 Arten (34,3 %). Doch lassen wir uns durch diese Zahl nicht täuschen, es findet sich darunter keine einzige typische Steppenpflanze. *Atriplex halimus* L., die einzig in

[1]) Lit. No. 36 pg. 213.

[2]) Diese relativen Endemismen sind zum kleineren Teil mediterran-orientalische Arten, die Hauptmenge stellt das südmediterrane, das iberisch-mauritanische und das makroiberische Verbreitungselement.

Frage kommen könnte, ist wohl eher als eine gelegentlich zur Steppenpflanze werdende Strandpflanze aufzufassen. Die Mehrzahl der Arten dieser Gruppe treten in der Steppe nur vereinzelt auf, es sind fast alles Eindringlinge aus den Macchien, Garigues, Felsenheiden oder von den Strandformationen. Durch diese Momente wird die tatsächliche Bedeutung dieser Gruppe sehr herabgesetzt.

Ungleich wichtiger ist die Gruppe II, die wir als die orientalische Gruppe bezeichnen möchten, denn ihr Hauptzentrum liegt entschieden in den grossen Steppen- und Wüstengebieten Vorderasiens. Sie umfasst 59 Arten (31,8 %), die typischen Steppenpflanzen sind mit einem reichlichen Drittel beteiligt. Noch bedeutungsvoller ist aber die III. Gruppe, ihr Entwicklungszentrum liegt in Südspanien und in den gegenüberliegenden Landschaften Nordafrikas. Die Gruppe enthält vorwiegend nur Steppenpflanzen, darunter die häufigsten Charakter- und Leitpflanzen der Litoralsteppe: das Halfagras, *Lygeum spartum* L., *Fagonia cretica* L., *Artemisia herba alba* Asso., *Helianthemum pilosum* Pers., *H. lavandulaefolium* DC., *Lycium intricatum* Boiss., *Thymus zygis* L. etc. Hierher gehören 61 Arten (33,9 %).

Es ergibt sich somit: die Flora der spanischen Litoralsteppe umfasst beinahe ausschliesslich Halophyten, beziehungsweise Xerophyten; der Grundstock besteht aus typischen autochtonen Steppenpflanzen, deren Bildungsherd entweder die Litoralsteppe selbst war oder deren Entwicklungszentrum doch im südlichen Iberien und im benachbarten Mauritanien zu suchen ist. Dieser Grundstock liefert die wichtigsten Leit- und Charakterpflanzen der Litoralsteppe. Das zweite Hauptkontingent wird vom Orient gestellt, es sind wiederum zum grösseren Teil Steppenpflanzen, die von ihrem meist östlichen Verbreitungszentrum, besonders längs den Atlasländern Nordafrikas nach Westen ausstrahlen und in Europa z. T. nur in den Steppengebieten Spaniens auftreten. Andere Arten zeigen wieder eine grössere Expansionskraft und erreichen selbst noch Mittel-, ja ausnahmsweise sogar Nordeuropa. Die eigentlichen Steppengewächse dieser Gruppe sind zum grössten Teil sukkulente Halophyten. Zu den Steppenpflanzen gesellen sich nun noch zahlreiche Pflanzen der Macchie, der Garigue, der Felsenheide und des Strandes. Obwohl an Artenzahl ziemlich bedeutend, so tritt doch dieser Bestandteil in der Litoralsteppe an Individuenzahl meist stark zurück, auch nach ihrer oft kümmerlichen Ausbildung erweisen sich dieselben als fremde Eindringlinge, die in der Litoralsteppe nur ausnahmsweise völlig Boden zu fassen vermögen. — Die Litoralsteppe ist somit nicht nur physiognomisch und biologisch, sondern in noch ausgesprochenerem Grad ein pflanzengeographisch scharf

charakterisiertes Gebiet; das stattliche Kontingent absoluter Endemismen von z. T. recht isolierter, systematischer Stellung,[1]) aber auch die kaum geringere Zahl an relativen Endemismen weisen darauf hin, dass die Flora der Litoralsteppe bereits eine lange Geschichte hinter sich haben muss und daher nicht eine relativ junge Bildung sein kann.

II. Das Kulturland.

A. Die Kulturlandschaften.

In dem auf das Jahr 1907 erschienenen Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich habe ich unter dem Titel „Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera" die Kulturlandschaften Cataloniens, Valencias und der Gebiete zwischen Alicante und Murcia geschildert; wir sehen daher hier von einer nochmaligen eingehenden Besprechung ab und begnügen uns mit einer kurzen Zusammenfassung der betreffenden Verhältnisse.

Es sind an der Ostküste Spaniens drei verschiedene Typen von Kulturlandschaften zu unterscheiden:

1. Das Waldkulturland. Beispiel: Nordcatalonien.

Eine Bewässerung des der Bebauung unterworfenen Landes ist meistens nicht notwendig, denn die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt in diesen Gebieten noch 60 bis 90 cm. Bewässerungsanlagen fehlen daher oder sie sind doch nur von lokaler Bedeutung. Das hügelige Bergland ist noch ziemlich reichlich mit Wald bedeckt. Diese Waldungen sind teils Naturwälder, welche aus sommer- und immergrünen Laubhölzern oder auch aus Koniferen bestehen und fast immer ein macchienartiges Unterholz besitzen; teils sind es regelrecht bewirtschaftete, periodisch abgeholzte und dann wieder aufgeforstete „Kunstwälder". Von grösstem Wert für das Land sind zwei forstliche Kulturpflanzen: die Korkeiche (*Quercus suber* L.) als wichtigster Vertreter der Naturwälder und die Weisspappel (*Populus alba* L.), die längs den Flüssen und auf Schwemmlandsböden im grössten Masstab angepflanzt wird. Weitere verbreitete, auf den Hügeln und Bergen Bestände bildende Baumarten sind: die Steineiche (*Quercus ilex* L.), die Flaumeiche (*Quercus lanuginosa* Lam.), die Aleppokiefer (*Pinus halepensis* Mill.) und die Pinie (*Pinus pinea* L.)

Die Niederungen, die Flusstäler und die Küstenzone stehen grösstenteils im Dienste der Landwirtschaft. Es werden verhältnis-

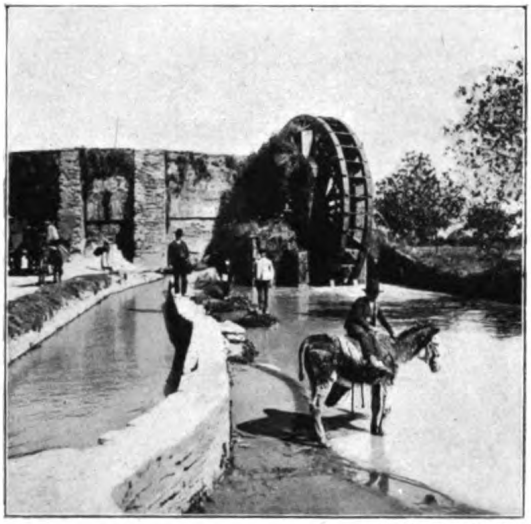
[1]) Diese dürfen daher z. T. als Relikten-Endemismen gelten.

mässig nur wenige Kulturpflanzen angebaut, diese aber im Grossbetrieb gehalten. Das Rebland gehört zu den hervorragendsten, die Physiognomie der Landschaft am meisten bestimmenden Kulturformationen. Neben der Weinrebe bedecken unabsehbare Getreidefluren die weiten Fruchtbecken (Figueras, Gerona etc.). In grösserer Entfernung von den Ortschaften überwiegt immer mehr die Ölbaumkultur, die Olivenhaine bilden die wichtigste Erwerbsquelle ganzer Bezirke und da aus einiger Entfernung diese Kulturen einen durchaus waldartigen Eindruck erwecken, so erscheint Catalonien dem Reisenden, ob er nun von Südfrankreich oder gar von Valencia, Aragonien oder Castilien kommt, als ein waldreiches Land.

Gegenüber Weinrebe, Getreide und Ölbaum treten alle anderen Kulturen stark zurück, sie sind zudem auf die nächste Umgebung der Niederlassungen beschränkt. Fast jede Ortschaft ist umgeben von einem kleinen Obstgarten, in dem Mandelbaum, Feige und Pfirsich nie fehlen. Begünstigt ist ganz besonders die Küstenzone, an der, südlich von Mataro, der Anbau von Orangenbäumen im Grossbetrieb beginnt, zugleich treten die ersten Dattelpalmen auf und auch der Johannisbrotbaum findet sich im Küstenstrich Cataloniens. Doch besitzen diese drei Gewächse hier noch keine grössere wirtschaftliche Bedeutung. Von Futterpflanzen haben wir wiederholt Blutklee (*Trifolium incarnatum* L.) und Lupinen (*Lupinus albus* L.) angetroffen.

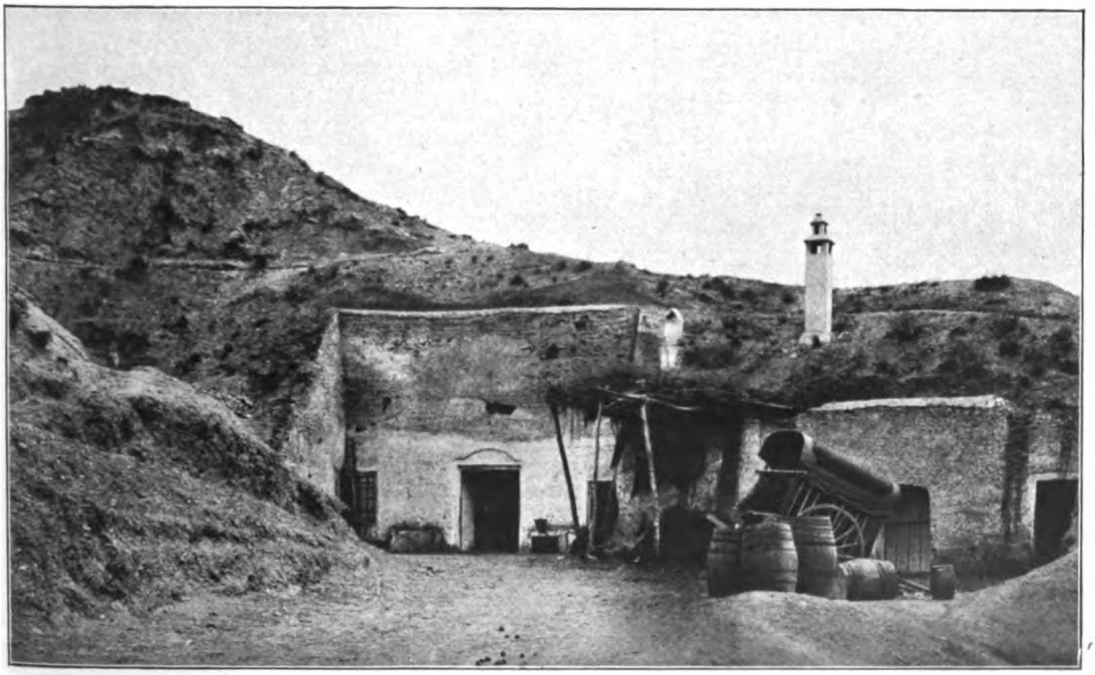
2. Die Huerta oder Gartenlandschaft ist der Typus der intensivsten Bodenbebauung, sie ist bezeichnend für das südliche Ostspanien und für Südspanien. Beispiele sind: die Huertas von Valencia und Murcia, die Vega von Granada. Die äusserst fruchtbaren Kulturlandschaften mit ihrer grossen Üppigkeit und ihrer dichten Bevölkerung stehen im grössten Gegensatz zu den sie umgebenden, vollständig kahlen, unproduktiven und z. T. fast menschenleeren Sierren und Steppenländern. Schwemmlandböden von feinster, sandig-mergeliger Beschaffenheit und systematische Bewässerung sind die beiden durchaus notwendigen Vorbedingungen der Anlage einer Huerta, denn die mittlere jährliche Niederschlagsmenge ist durchaus ungenügend, schwankt sie doch zwischen 30 und 55 cm. Die hohe mittlere Jahrestemperatur von 17 bis 18° C, ganz besonders aber die milden Winter (mittlere Wintertemperatur 10 bis 12° C) und, was für die Pflanzenwelt noch entscheidender ist, die seltenen und verhältnismässig nicht sehr tiefen Minima (— 3 bis — 5,5° C) gestatten die Anpflanzung vieler südlicher Kulturgewächse.

In der Huerta überwiegen immer Obst- und Gemüsebau. Die gleichzeitige Bestellung des Bodens mit mehreren Kulturpflanzen und



Nach käufl. Postkarte.

Fig. 19. Wasserrad an der Segura bei Murcia.
(pag. 133).



Phot.: P. Bohny.

Fig. 20. Erdwohnungen auf der nördlichen Abdachung der Sierra Nevada.
Plateaurand des Barranco de Gor (pag. 77).

der beständige Wechsel der Feldfrüchte bedingen ein Durch- und Nebeneinander der verschiedensten Kulturen. In Europa gibt es wohl keine intensiver betriebene Polykultur als die Huerta.

Die beiden grössten Huertas Ostspaniens zeigen immerhin ein ziemlich abweichendes Bild.

a) Die Huerta von Valencia erstreckt sich ohne Unterbrechung längs der Küste von der Gegend von Castellon de la Plana bis nach Denia, d. h. über eine Entfernung von reichlich 150 km, bei einer wechselnden Breite von 2 bis 25 km; sie umfasst ca. 140 000 ha bewässertes Kulturland (Campo regadio). Grosse Flächen sind mit unabsehbaren Orangenkulturen, welche viele Quadratkilometer bedecken, bestanden; so besonders um Castellon de la Plana, um Nules und Valencia. Aus den wie ein üppig grüner Wald erscheinenden Orangenpflanzungen erheben sich hin und wieder eine schlanke Dattelpalme, die schirmförmige Krone einiger Pinien oder die dunklen, düsteren Gestalten der Säulencypressen. Die Obstbauzucht erstreckt sich ferner auf den Anbau des Pfirsichbaums, des Feigen- und Granatapfelbaums; aber auch Apfel- und Birnbaum sieht man öfters in grösserem Masstab angepflanzt, dann ganz besonders der Maulbeerbaum, denn Valencia ist der Sitz eines blühenden Rohseidenhandels.

Im Gemüsebau überwiegt die Kultur der Saubohne, weniger häufig scheinen die Artischoken angepflanzt zu werden, wichtiger sind dagegen die Tomaten, besonders im Süden der Huerta, in der Umgebung von Gandia und Oliva. Häufig, aber doch selten grössere Flächen in Anspruch nehmend, werden Kichererbsen (*Cicer arietinum* L.), Gemüseplatterbsen (*Lathyrus sativus* L.), spanischer Pfeffer (*Capsicum annuum* L. v. *dulce*), ferner Lauch und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) gehalten. Eine Spezialität betreibt das Städtchen Benaguacil, nordwestlich von Valencia, es ist der Anbau einer ungewöhnlich grossen Rasse von Zwiebeln (Cebolas = *Allium cepa* L. v. *maxima* Griseb. = *C. hispanica* Park). Erwähnenswert sind endlich noch die Eierpflanze (*Solanum Melongena* L.), Melonen (*Cucumis melo* L.) und Wassermelonen (*Citrullus vulgaris* Schrad.).

Der Getreidebau tritt zurück; es werden hauptsächlich Gerste und Hafer, letzterer als Nahrung für Pferd und Maultier, und auch etwas Mais gehalten. Im Süden von Valencia, an der Albufera, an den Ufern des Rio Jucar und an dessen Nebenfluss Albaida ist der Hauptsitz des spanischen Reisbaues, derselbe erstreckt sich südlich bis über Jativa, auch um Tabernes, Gandia, Oliva haben wir noch einzelne Reisfelder beobachtet, ebenso nördlich von Valencia um Puig Pazol

und bei Sagunt, jedoch hier immer nur in kleinen Parzellen. In der Provinz Valencia sind im ganzen ca. 24000 ha dem Reisbau unterworfen, es entspricht dies ungefähr 86% der gesamten spanischen Reiskultur.

Der Viehzucht dient der Anbau von Luzerne und Esparsette und unter den Gespinstpflanzen treffen wir den Hanf und die Agave, letztere wird in grossen Mengen zu Agavefasern verarbeitet.

Endlich soll noch einiger Kulturpflanzen gedacht werden, die nur lokal von Bedeutung sind; Gewächse, die z. T. in Europa überhaupt nur in dieser Huerta angepflanzt werden. Es sind: die Erdnuss (*Arachis hypogaea* L.), eine subtropische Kulturpflanze; sie wird besonders im Süden von Valencia, um Benifayo, Algemesi und bei Barcheta (südlich von Jativa) kultiviert. Dann die Erdmandel (*Cyperus esculentus* L.), deren essbare Knollen im trockenen Zustand sehr an Morcheln erinnern; dieselben werden schon seit der Maurenzeit, besonders um Alboraya und Almacera, 4 bis 6 km nördlich von der Hauptstadt angebaut, und endlich sei auch noch die um Gandia in grossem Masstab betriebene Erdbeerzucht erwähnt. Die Erdbeere wird hier felderweise angepflanzt.

b) Die Huerta von Murcia. Obwohl ebenfalls von sprichwörtlicher Fruchtbarkeit, besitzt dieselbe jedoch lange nicht eine so grosse Mannigfaltigkeit an Feldfrüchten, wie diejenige Valencias. Die Huerta von Murcia ist auch bedeutend kleiner, indem sie sich mit der im Osten sich unmittelbar anschliessenden Huerta von Orihuela nur über etwa 35 km Länge bei einer mittleren Breite von 5 bis 7 km erstreckt. Die bewässerte Huerta von Murcia und Orihuela umfasst nur ca. 33000 ha, ist also kaum ein Viertel so gross wie diejenige von Valencia.

Der Getreidebau beansprucht unter den Feldfrüchten der Huerta von Murcia-Orihuela die führende Rolle. Die Hauptfrucht ist der Weizen und zwar hauptsächlich der englische Weizen (*Triticum turgidum* L.). Die gewaltigen Weizenfelder werden jährlich wenigstens zweimal unter Wasser gesetzt, zuerst vor der Aussaat des Kornes und dann wieder zur Blütezeit. Neben Weizen spielt auch der Mais eine nicht unbedeutende Rolle. Als zweitwichtigste Nutzpflanze stocken auf dem Getreideland zahlreiche Maulbeerbäume, denn die Seidenraupenzucht gehört zu den wichtigsten Erwerbsquellen der Murcianer. Im ersten Frühjahrsschmuck, zur Zeit wo die jungen, grünen Saatfelder unter den frisch belaubten Maulbeerpflanzungen prangen, gleicht die Landschaft einem grossen Parke oder einem gewaltigen Obstgarten. Von Gemüsen sieht man in grossen Mengen Saubohnen, die sog. Garbazanos oder Kichererbsen angepflanzt, Salat und Kartoffeln fehlen auch nicht, unbedeutend ist dagegen der Anbau

von Artischoken. Die Kultur von Südfrüchten: Orangen, Citronen, Mandarinen tritt stark zurück, denn der gefürchtete „Solano" wird ganz besonders diesen Kulturen verderblich. Wie um Valencia findet sich um Murcia die Dattelpalme nur ganz vereinzelt, seltener auch gruppenweise. Es fehlt die Erdnuss- und Erdmandelkultur; der Reisbau ist sehr unbedeutend (nur ca. 470 ha), dagegen werden Bataten (*Ipomoea batatas* Poir.) gezogen und die grosse Trockenheit ermöglichte einst, auf *Opuntia Ficus indica*, sogar die Zucht und Akklimatisation der Cochenilleschildlaus; doch scheint diese Erwerbsquelle nun wieder aufgegeben zu sein; trotz Nachfrage konnten wir auf unseren beiden Reisen keine Cochenillezucht ausfindig machen. Von Gespinstpflanzen sind Flachs und Hanf erwähnenswert.

Für jede Huerta ist bezeichnend, dass sich an die Regadio, d. h. an das bewässerte Kulturland die Secano oder das unbewässerte Kulturland anschliesst. *Olea europaea* L. und *Ceratonia siliqua* L. sind für diese Zone charakteristisch; so wird jede Huerta an ihrer Peripherie von einem mehr oder weniger mächtigen Gürtel von Ölbaum- und Johannisbrothainen umgeben. Übrigens gibt es eine Reihe von Kulturpflanzen, die je nach Lage bald der Secano, bald der Regadio zuzuzählen sind. Im südlichen Teil von Katalonien und im nördlichen Teil von Valencia wird gewöhnlich weder das Getreide, noch die Hülsenfrüchtler, noch der Weinstock bewässert, im trockeneren Süden Valencias und in den Provinzen Alicante und Murcia gehören dagegen auch diese Kulturpflanzen meistens zum Regadio.

3. Die Palmenoase. Die bedeutendste Palmenoase, diejenige von Elche (Tafel III Fig. 5, Tafel VI Fig. 10) habe ich im Neujahrsblatt (25) pg. 33 bis 37 geschildert; grössere Palmenoasen besitzen auch noch Cartagena, Callosa, Orihuela etc. Wie die Huerta, so werden auch die Dattelpalmenoasen regelmässig bewässert. Gegenüber der Gartenlandschaft unterscheiden sie sich wesentlich durch ihren bedeutend kleineren Umfang, durch den fast unvermittelten Übergang zu den sie umgebenden Steppengebieten und durch die viel geringere Zahl der in ihr angepflanzten Kulturgewächse. Neben dem Granatapfelbaum (*Punica granatum* L.), der stellenweise im Palmenwald Unterholz bildet, kommt nur noch der Getreidebau in Betracht, es wird in Elche hauptsächlich die vierzeilige Gerste (*Triticum vulgare* L. v. *tetrastychon*) angepflanzt. Alle anderen Kulturgewächse sind dagegen von recht untergeordneter Bedeutung und dienen in der Hauptsache nur den Bedürfnissen der Bevölkerung. Neben den bekannten Gemüsepflanzungen (Saubohnen, Artischoken) sahen wir in Elche eine kleinere Parzelle mit Süssholz (*Glycyrhiza glabra* L.) besetzt. Obwohl in den Palmenoasen der

Litoralsteppe die Datteln vollständig ausreifen, so liefern doch nicht die Früchte, sondern die Palmwedel die Hauptnutzung der Dattelpalmen (Textfigur 11).

B. Die Bewässerungsanlagen.

Der wertvollste Teil jeder Huerta ist das Regadio. Wer aus der Steppe in eine Palmenoase kommt, wird von deren Üppigkeit und Fruchtbarkeit überrascht sein, — Huerta und Palmenoase verdanken einzig der Bewässerung ihren hohen wirtschaftlichen Wert. Werfen wir daher noch einen Blick auf die verschiedenen Systeme von Bewässerungsanlagen. Wir unterscheiden:

1. Stauwerke. Es sind dies die Bewässerungsanlagen erster Ordnung, denen in erster Linie die intensive Kultur von Südvalencia, Alicante und Murcia zu verdanken ist. Die ältesten dieser gewaltigen Unternehmungen sind wohl bis auf die Zeit Roms zurückzuführen, doch gebührt den Arabern das grosse Verdienst, diese hohe Kulturarbeit durch zielbewussten Ausbau, durch treffliche Sachkenntnis unter Benützung der gegebenen Nivellierungsverhältnisse mächtig gefördert und dadurch den Wohlstand dieser Teile Spaniens sehr gehoben zu haben. Bei all' diesen Bewässerungsanlagen wird im Gebirge, durch eine gewaltige Mauer, ein Flusstal abgesperrt und so ein Stausee, ein sogen. Pantanos oder Sammelteich, geschaffen. Mit mächtigen Quadern ausgemauerte oder in Cement und Beton ausgeführte Kanäle führen das Segen spendende Wasser, oft viele Kilometer weit, zur Huerta (Tafel X Fig. 16). Seltener wird das Wasser in undurchlässigem Lehmboden einfach durch mit der Hacke ausgeworfene Gräben geleitet. In allen Fällen verzweigen sich die Kanäle mehr und mehr, um schliesslich in gesetzlich geregelter Weise jeder einzelnen Parzelle zugeführt zu werden. Südlich vom Ebrotal ist an der Mediterranküste Spaniens jeder grössere Fluss in dieser Weise der Kulturarbeit des Menschen dienstbar gemacht worden. Nicht nur die erste Anlage dieser Stauwerke, auch deren Unterhalt verschlingt jährlich grosse Summen. Es sind gewissermassen Nationalwerke, die bald auf Kosten grosser Städte oder ganzer Bezirke und Provinzen ausgeführt wurden, auch mehrere spanische Könige, ja selbst Klöster und hohe geistliche Würdenträger haben sich um den Ausbau dieser Lebensadern der Ostküste Spaniens verdient gemacht. Die „Pias fundaciones", d. h. die sog. frommen Stiftungen zwischen Elche und Orihuela sind das Werk des Kardinal Belluga. Der Sammelteich der Castalla kann eine Wassermenge von 3,7 Millionen Raummeter Wasser

sammeln, welche die Huerta von Alicante berieselt. Dieses Werk wurde in den Jahren 1579—1594 von Juan de Herrera, dem Erbauer des Escorial ausgeführt. Die grossartigen Bewässerungsanlagen im südlichen Teil der Huerta von Valencia stammen zum grössten Teil aus sehr alter Zeit. Eine der jüngeren Anlagen ist die „Acequia del Rey". Ein Denkstein trägt folgende Inschrift: „Debo mi principio al Rey D. Jaime (Jakob I. von Aragonien, 1213—1276) al justo D. Martin (Martin I., 1395—1414), mi privilegio y la gloria de verme concluida al monarca mayor Carlos tercero" (Karl III. 1759—1788). So arbeiteten öfters Jahrhunderte am Ausbau dieser Kanalsysteme. Zu den grossartigsten Sammelteichen gehören die beiden Puentes von Lorca. Sie wurden unter Karl III. 1785 begonnen und bereits 1791 beendigt. Die Kosten beliefen sich auf 2 Millionen Pesetas, für jene Zeit eine bedeutende Summe; die beiden Behälter konnten zusammen 54 Mill. Raummeter Wasser fassen. Der Mauerdamm des Pantano von Lorca hatte eine Länge von 282 m und eine Höhe von 50 m. An der Basis war die Mauer 46 m und am oberen Ende noch 10,89 m dick. Dass solche gewaltige Stauwerke bei ungenügender Kontrolle und Unterhaltung auch eine grosse Gefahr werden können, liegt auf der Hand. Die Pantano von Lorca bewährte sich nur 11 Jahre. Am 30. April 1802 durchbrach sie, die gewaltige Wassermasse brachte über Lorca und deren Huerta schreckliche Verheerungen. 608 Personen verloren das Leben und der Schaden und Verlust an Eigentum wurde auf über 5 Millionen Pesetas geschätzt.

2. Schöpfwerke. Es sind lokale Bewässerungsanlagen, die das Wasser bald Flüssen und Kanälen, bald dem Grundwasser oder den zur Regenzeit in Brunnschachten angesammelten Wasservorräten entnehmen.

Wir unterscheiden zwei Typen:

a) Das Wasserrad (Tafel XII Fig. 19) kann nur an Flüssen und Kanälen verwendet werden, denn das fliessende Wasser liefert die motorische Kraft, welche das Rad in Bewegung setzt und so die gefüllten Behälter in die Höhe hebt. Beim weiteren Umdrehen des Rades wird das gehobene Wasser in eine Rinne gegossen, um dann dem Kulturland zugeleitet zu werden. Solche Wasserräder sind nicht häufig, wir sahen sie an der Segura bei Murcia.

b) Die Noria, es sind Schöpfbrunnen arabischen Ursprungs, wie sie in den südlichen Teilen des Landes überall angetroffen werden. Das Wasser wird aus der Tiefe eines Brunnschachtes in die Höhe gehoben, indem ein Esel oder Maultier an den Balken des Hebewerkes gebunden beständig im Kreise herumgeht (Tafel X Fig. 15). Mit diesem

Wasser kann ein kleines Stück Land, das um so grösser sein wird, je reichlicher der Wasservorrat und je öfters die Noria in Betrieb gesetzt werden kann, bewässert werden. Öfters sieht man mitten in der Steppe ein einsames Häuschen, ein sog. Caserio oder Einzelhof, umgeben von einigen schlanken Dattelpalmen. In deren nächster Umgebung sind einige Getreideäckerchen und etwas Gemüseland; vielleicht findet sich auch noch ein kleines Obstgärtchen, in dem Feige, Granatapfel und Mandel ganz ordentlich gedeihen. Jede dieser kleinsten Kulturinselchen verdankt ihre Existenz einer Noria (Tafel VIII Fig. 13). Aber auch innerhalb der Huertas bemerkt man zuweilen noch viele Schöpfbrunnen, ihr Wasser ist eine wertvolle Bereicherung der aus dem nächsten Kanal bezogenen Wassermenge. Zuweilen wird das Wasser der Noria zuerst in ein Sammelbecken geleitet, um erst von hier aus den Kulturen zugeführt zu werden, doch sind solche Anlagen nicht häufig. Unsere Tafel IX zeigt eine Noria mit Sammelbecken der Huerta von Soller auf Mallorca.

3. Sickerwerke. Westlich von Lorca, gegen Empalme und Baza ist das Land ausserordentlich trocken und dürr und die Bevölkerungsdichte so dünn, dass sich grössere, kostspielige Bewässerungsanlagen nicht wohl ausführen lassen. Von Kulturpflanzen wird beinahe nur noch Getreide angetroffen. In diesem Gebiet sind nun die Felder von niederen, halb- bis fusshohen Dämmen aus mergelig-lehmiger, undurchlässiger Erde umzogen. Auf diese Weise wird dafür gesorgt, dass die während der Regenzeit gefallenen Niederschläge nicht sofort abfliessen, sondern allmählich in den Boden sickern und denselben gehörig durchfeuchten. Das einer bestimmten Flächeneinheit zukommende Wasser wird dadurch dieser erhalten. Ohne diese Umfassungsdämmchen wäre dies nicht möglich, denn der Boden ist nach der langen Trockenperiode steinhart, so dass das Wasser zuerst einige Zeit liegen muss, bis es einsickern kann. Die so dem Boden zugeführte Feuchtigkeit genügt gerade, um dem während der Regenzeit ausgesäten Korn seinen normalen Entwicklungsgang zu ermöglichen. Schon Ende April oder Anfang Mai ist dasselbe schnittreif. Das ausgereifte Getreide steht natürlich sehr dünn und ist selten mehr als zwei bis drei Fuss hoch. Das Ausbleiben der Regenzeit oder auch nur ungenügende Niederschläge bedeuten eine völlige Missernte und Hungersnot, wie sie leider in jenen Landesgegenden hin und wieder vorkommen. Nach der Ernte bleiben die Felder, während der nun eigentlich erst beginnenden eigentlichen Trockenzeit, brach liegen; über den weiten Stoppelfeldern erhitzt sich die Luft und nicht gerade selten soll dann die Erscheinung der Fata morgana sein.

Neben Stau-, Schöpf- und Sickerwerken gibt es endlich in Südostspanien noch andere Kulturmöglichkeiten, wo der Mensch ohne seine vorbereitende Tätigkeit günstige Bedingungen zur Bebauung des Bodens vorfindet; leider sind solche Standortsverhältnisse nicht häufig und immer nur von lokaler Bedeutung, es sind einerseits die Überschwemmungszonen von Flusstälern und anderseits die kleineren muldenförmigen Depressionen, wie sie sich zuweilen sogar auf den verkarsteten Hochflächen finden.

4. Überschwemmungsgebiet der Flusstäler. Viele Flüsse der spanischen Mittelmeerküste führen wenig Steine, sondern nur einen feinen Schlamm, der öfters eine chokoladebraune Färbung besitzt und sich zur Hochwasserzeit auf das umgebende Land absetzt, dasselbe zugleich düngt und durchfeuchtet. Auf unserer Reise nach Baza hatten wir Huercal Overa bereits hinter uns. Aus der Grassteppe waren wir in die Salzsteppe gekommen, — die Umgebung von Zurgena trug sogar mehr Wüsten- als Steppencharakter, — ein Stück Afrika auf europäischem Boden. Da nähert sich die Bahnlinie bei Almanzora dem Plateaurand. In der Tiefe verläuft ein Fluss, seine Ufer begleiten Pappelwäldchen, Oleander- und Tamarixgebüsche. Das ebene, schmale Land längs der Überschwemmungszone prangt im Schmuck grüner Saatfelder und die trockeneren Gehänge sind mit Olivenhainen bedeckt. Doch wie ein Phantom zieht dieses Bild rasch an uns vorüber, und bald umgeben uns wieder ausgedehnte Wüstensteppen.

5. Muldenförmige Depressionen. Im Gebiet der Litoralsteppe zwischen Huercal Overa und Guadix werden die kleinen muldenförmigen Vertiefungen überall angebaut. Diese Depressionen sind nach drei Richtungen bevorzugt. Es wirken hier zusammen: die grössere Feuchtigkeit dieser Depressionen, der Windschutz und die Ansammlung feiner äolisch abgelagerter Steppenerde. Oft weit entfernt von jeder menschlichen Ansiedelung findet sich in einer solchen kesselförmigen Vertiefung zuweilen nur ein einziges Getreideäckerchen oder es beherbergt die Mulde einige Öl-, Feigen- oder Granatapfelbäume. Es ist geradezu bewunderungswürdig, mit welcher Ausdauer die Bevölkerung jede Kulturmöglichkeit förmlich wittert und gleich von dem auch nur einigermassen geeigneten Boden Besitz ergreift. Selbst kleine, nur wenige Quadratmeter umfassende Trichter der verkarsteten Hochfläche werden nicht verschmäht.

III. Die Urbarmachung des Naturlandes.

Unsere Exkursionen in die Steppengebiete der Provinzen Valencia und Murcia brachten uns so recht zum Bewusstsein, wie sehr seit

Rossmäslers und Willkomms Zeiten, d. h. seit Mitte des 19. Jahrhunderts das Gebiet der Steppe an Areal eingebüsst hat. Von unseren Standquartieren ausgehend, mussten wir öfters stundenweit durch Kulturland ziehen, bis es uns gelang, noch dürftige Reste der Litoralsteppe aufzufinden. Die Aufenthalte in Alicante, Elche, Orihuela, Cartagena, Murcia galten alle dem Studium der Steppe und doch sind wir wiederholt ausgezogen und wieder zurückgekehrt, ohne typische Steppen angetroffen zu haben. „Auf in die Steppe", war täglich unser Losungswort, bis wir uns überzeugen mussten, dass es in diesen Gebieten eine zusammenhängende, grosse Steppe kaum mehr gibt, und dass nur noch von mehr oder weniger grossen Steppeninseln gesprochen werden kann. Erst südwestlich von Lorca beginnt heute das zusammenhängende Steppenareal, das Gebiet, wo die Steppe überwiegt und das Kulturland nur noch streifen- oder inselartig aufzutreten vermag. In dem Dreieck Alicante-Cartagena-Murcia halten sich dagegen gegenwärtig Steppen und Kulturen das Gleichgewicht oder es überwiegen die letzteren. Dieses Land steht noch mitten in einem kulturhistorischen Prozess von grösster Bedeutung: der Urbarmachung der Steppengebiete, ein Prozess, der allerdings seit Jahrhunderten hin- und hertobt und in dem bald der Steppe Gebiete entrissen werden, bald von ihr wieder Neueroberungen zu verzeichnen sind. Von Natur ist das Land Steppengebiet. Nur bei andauernder intensivster Einwirkung des Menschen kann das Kulturland sich behaupten. Jede grössere politische Umwälzung, welche in ihren Folgen störend auf diese Kulturarbeit einwirken musste, jede zeitweise Vernachlässigung der Stauwerke und Kanäle wirkte sofort auf den momentanen Gleichgewichtszustand zwischen Kultur- und Naturland ein und brachte der zurückgedrängten Steppe erneuten Zuwachs. Öfters wurde während Jahrhunderten der Unterhalt der Kanäle unterlassen, alle Neuanlagen unterblieben, ja noch mehr, einzelne Kanäle brachen durch, so entstanden stellenweise fiebergebärende Sümpfe; anderen Länderstrichen fehlte wiederum die nötige Feuchtigkeit, sie nahmen daher neuerdings mehr und mehr Steppen-, ja Wüstencharakter an.

Kann man sich einen grösseren Gegensatz denken als Wüstensteppe und Huerta? In dem verhältnismässig eng begrenzten Gebiet der Küstenzone von Alicante und Murcia wechseln jedoch diese beiden grundverschiedenen Landschaftstypen wiederholt und dies einzig kraft des Zwanges, den der Mensch hier der Natur auferlegt hat; eines Zwanges, der so einschneidend ist, dass ein Nachlassen der Machtmittel der Kultur sich sofort geltend machen muss, so dass dann die Naturkräfte wiederum neue Stosskraft erhalten. Das Land befindet

sich so gewissermassen in einem labilen Gleichgewichtszustand, dies ermöglicht auch heute noch den Entwicklungsprozess der Urbarmachung des Landes wenigstens in den Hauptzügen zu erkennen, denn in einzelnen Etappen und an den Aussenposten ist unter diesen Umständen der Prozess auch heute noch in vollem Gang.

Phot. P. Bohny.

Fig. 11. Madrid. Verkauf von Palmwedel von Elche am Palmsonntag 1906 (pag. 131/132).

Es lässt sich folgendes Schema aufstellen:

A. Ursprüngliches Naturland: Litoralsteppe (Tafel IV Fig. 7 und Tafel V, VII) vom Typus der Wüstensteppen, entweder

Salzsteppen oder Löss-, Gruss- und Felssteppen, mit Halfa, Lygeum, Salicornien, Artemisien, Thymian, etc. als Leitpflanzen.

Urbarmachung und Umwandlung desselben in:

B. Kulturland.

Diese Kulturarbeit erfolgt in folgenden Etappen:

I. Einzelkultur, meist ohne Bewässerung (campos secanos. Tafel IV Fig. 8).

Bilden auch vielfach in den Randgebieten der Huertas die Haupt- oder sogar einzigen Kulturen derselben.

1. Olivenhaine, dieselben werden gelegentlich vertreten durch Johannisbrotkulturen (Algarroba) [als Pferdefutter], so besonders im südlichen Catalonien und in Valencia.
2. Getreidebau, nur Wintergetreide und ohne Bewässerung, im Süden nur dürftig gedeihend (Tafel IV Fig. 8).
3. Rebenkulturen. Export von frischen Trauben, Rosinen (Denia, Almeria etc.) oder Wein (Alicante, Malaga).

Im Süden auch öfters zeitweise bewässert und nur dann noch gute Ernten gebend.

II. Polykultur. Gartenlandschaft oder Huerta, zunächst immer nur von Oasencharakter, — dies gilt besonders für die Dattelpalmenkultur. Das Land wird stets regelmässig bewässert (campos regadios).

1. Obstbau: Feigen, Pfirsiche, Mandeln, Aprikosen, Maulbeeren, Granatapfel, Äpfel, Birnen, Erdbeeren (Gandia). — Erdnuss (Valencia).
2. Gemüsebau: Saubohnen, Kichern, Tomaten, Artischoken, Lauch, Knoblauch, Zwiebeln, Gemüseplatterbse, Buschbohnen, Pferdebohnen, Eierpflanze, Gurken, Melonen, Kürbisse, Wassermelonen; — Bataten (nur in Murcia), — Süssholz (Elche), — Erdmandel (Valencia).
3. Futterbau: Luzerne, Esparsette, Hafer, Lupinen, — Maulbeer (Seidenraupenzucht).
4. Gespinstpflanzen: Hanf, Flachs, Agave behufs Gewinnung der Agavefasern. (In den Steppengebieten des Espartograses [Halfa] für Papierfabrikation und Flechtereiarbeiten.)
5. Getreidebau: Reisbau, in grösserem Masstab beinahe nur in Valencia betrieben, und Weizenkultur mit *Triticum turgidum* als Hauptgetreide. Zentrum dieser Kultur in der Huerta von Murcia; Gerste (Elche). Untergeordnet ist der Anbau von Mais.
6. Orangenkultur (einschliesslich Citronen und andere Südfrüchte) um Castellon de la Plana, Nules, Valencia und auch stellenweise in der Huerta von Alicante und Murcia besonders intensiv betrieben.

7. **Dattelkultur** (Tafel III und VI), nur im Süden zwischen Alicante-Cartagena-Orihuela. Das Massenzentrum dieser Kultur liegt in Elche. Als Unterholz wird der Granatapfelbaum angepflanzt und als weitere Frucht fast ausschliesslich Gerste (*Triticum vulgare* v. *tetrastychon*) angebaut.

Anhang.

Zur Organisation akademischer Studienreisen.

Wiederholte Anfragen veranlassen mich, hier noch einiges über unsere Erfahrungen bei der Organisation akademischer Studienreisen mitzuteilen. Von grösster Wichtigkeit ist die Vorbereitung, welche allerdings ein grosses Stück Arbeit erfordert, gilt es doch zunächst das Reiseprogramm zu entwerfen sowie sich über die Verbindungsmöglichkeiten und Unterkunftsverhältnisse zu orientieren. Zuverlässige Angaben zu erhalten ist oft recht schwierig, besonders bei den nicht selten rasch wechselnden Schiffs- und Postverbindungen. Gleichzeitig mit dem Entwurf des Reiseprogramms muss auch, und zwar möglichst sorgfältig, der Kostenvoranschlag ausgearbeitet werden. Um die Mittel der Studierenden nicht zu sehr in Anspruch zu nehmen und um so einer grösseren Zahl derselben zu ermöglichen, sich an diesen Studienreisen zu beteiligen, wird man bestrebt sein, das Reisebudget innerhalb bestimmter Grenzen zu halten, doch darf weder Verpflegung noch die Annehmlichkeit des Reisens darunter leiden. Der Betrag soll jedenfalls so festgesetzt werden, dass eine Überschreitung desselben nicht wahrscheinlich ist. Eine Hauptausgabe erfordern die Transportkosten, doch gewähren die französischen und spanischen Bahngesellschaften für solche Studienreisen ganz besondere Vergünstigungen, sei es auf direkte schriftliche Anfrage, sei es durch Vermittelung von Konsulen. So erhielten wir gegenüber den gewöhnlichen Fahrpreisen auf den französischen 50%, auf den spanischen Bahnen 20 bis 50% Rabatt und die Compañia Mallorquina de Vapores gewährte uns eine Preisermässigung von 25%. Auch mit den Hotels wird man, wo immer möglich, mit Vorteil vorher über die Preise unterhandeln. Kommt eine Gesellschaft von 20 bis 30 Mann abends unangemeldet an, so ist es oft schwierig, genügend Unterkunft zu finden und die Hotelleitung wird, die Zwangslage benützend, hohe Forderungen machen. Meldet man sich jedoch schon einige Wochen vorher schriftlich an, so wird man mit Leichtigkeit Preise zugesichert erhalten, die 20 bis 30% unter den gewöhnlichen Ansätzen stehen. Es kann aber auch vorkommen, dass man seinen Reiseplan ändern muss und genötigt wird, irgendwo zu übernachten, wo man nicht angemeldet ist. In diesem Fall ist es am zweckmässigsten, mit bezahlter Antwort telegraphisch einen mittleren Preis anzubieten. Das Angebot wird fast immer angenommen.

Die billigsten Reisen hat Prof. Chodat ausgeführt:

Reise nach	Korsika (1899)	21 Tage	=	frcs. 150,	pro Tag frcs.	7,50.
„ „	Mallorca (1903)	30 „	=	„ 200,	„ „ „	6,65.
„ „	Barcelona-Cartagena (1905)	22 „	=	„ 250,	„ „ „	11,40.

Auf unserer vierwöchentlichen Reise (1906) betrugen die allgemeinen Reisekosten per Teilnehmer frcs. 430 oder frcs. 14,90 pro Tag, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass wir fast immer zweiter Klasse reisten und, was noch mehr ins Gewicht fällt, viel grössere Entfernungen zurückgelegt haben. In diesem Betrag sind inbegriffen: die vorbereitenden Auslagen, alle Reisekosten (mit Einschränkung

in Bezug auf das Gepäck), die Hotelrechnungen, Handgelder, Führer; wir haben ferner daraus bestritten den Besuch von Theatern, Stiergefechten etc. Dagegen soll als strenge Regel gelten, dass im Hôtel alles persönlich Bestellte sofort bezahlt werden muss; denn sonst kann die Hotelleitung auf die Rechnung setzen, was sie will, eine Kontrolle wäre einfach unmöglich und das ganze Reisebudget würde dadurch in Frage gestellt.

Nur wenig ungünstiger stellen sich die Reisen der technischen Hochschule in München, wobei jedoch hervorzuheben ist, dass die Gesellschaft immer in der dritten Klasse reiste.

1. Reise an die Riviera (1904) 10 Tage = Mk. 120 = frcs. 150 = pro Tag frcs. 15.—.
2. Reise nach Algier (1906) 14 „ = „ 180 = „ 225 = „ „ „ 16.10.

Verhältnismässig am teuersten stellen sich die Reisen der Franzosen, obwohl denselben die gleichen Fahrvergünstigungen zuteil wurden; es erklärt sich dies aus dem grossen Freiheitsbedürfnis derselben. Jeder Teilnehmer sorgt für seinen eigenen Unterhalt. Der Nachteil ist ein doppelter, es ergeben sich daraus nicht nur bedeutend grössere Reisekosten, sondern naturgemäss auch ein erheblicher Verlust der kostbaren Zeit.

Balearenreise vom Jahr 1905. 14 Tage; ab Paris frs. 200, wobei sogar ein Aufenthalt von 4 Tagen in Banyuls-sur-Mer, der keine Reise-, sondern nur Verpflegungskosten erforderte, gemacht wurde. Kosten pro Tag frs. 14.30, also mehr als das Doppelte der Reisekosten von Chodat (1903).

Nordafrikareise vom Jahre 1906. 17 Tage; ab Zürich frs. 340, pro Tag frs. 20.—.

Von grösster Wichtigkeit ist, dass der Exkursionsleiter mit amtlichen Empfehlungsschreiben versehen ist und zwar einerseits zu Handen der Zoll-, anderseits an die höheren Zivilbehörden. Das mitgeführte Pflanzenpapier, die Sammelgläser, die Konservierungsflüssigkeiten (Alkohol, Formol etc.), die Pflanzenpressen, die verschiedenen Instrumente oder gar wenn die Gesellschaft noch Zelte und Reiseproviant mit sich führt, das alles erregt am Zoll natürlich grosses Aufsehen und veranlasst das den Dienst versehende Personal, seine Aufgabe ganz besonders gründlich vorzunehmen. Schreiben von Konsulen oder von der Gesandtschaft des betreffenden Landes werden entweder eine vollständige Befreiung von der Zollrevision bewirken oder doch den Zollvorstand veranlassen, nur stichprobeweise einige Gepäckstücke öffnen zu lassen Die Empfehlungsschreiben an die Zollämter geben über die Teilnehmerzahl und über den wissenschaftlichen Zweck der Reisegesellschaft Aufschluss. Das persönliche Gepäck muss auf das allernotwendigste beschränkt werden, der einzelne Teilnehmer sollte mit einem Rucksack oder doch mit einem kleinen Handköfferchen, das im Notfall selbst getragen werden kann, auskommen. Eine grössere Belastung beeinträchtigt sehr die Bewegungsfähigkeit. Der Exkursionsleiter wird daher vor der Abreise die Erklärung abgeben, dass der Gepäcktransport von der Bahn, beziehungsweise vom Schiff ins Hotel nicht aus der allgemeinen Reisekasse gedeckt wird, sondern zu Lasten jedes einzelnen fällt, und dass die Reiseleitung auch die Verantwortung dafür ablehnt, dass grössere Gepäckstücke immer befördert werden können. Durch diese Anordnung wird es möglich sein, das Gepäck auf das absolut Notwendige zu beschränken.

Der amtliche Ausweis an die höheren Zivilbehörden (Gouverneure, Post- und Bahnhofvorstände, Hafenämter etc.) wird durch Vermittlung des Departements des Äussern in Bern auf diplomatischem Wege erhalten; bei kleineren Reisen genügt auch wohl das Empfehlungsschreiben eines Konsuls. Der Wert eines solchen Handschreibens ist nicht zu unterschätzen. Zunächst ermöglicht dasselbe durch Vermittlung der Lokalbehörden über Verkehrs- und Unterkunftsverhältnisse zuverlässige Erkundigungen einzuziehen und anderseits ist dasselbe in allen möglichen Zwischenfällen eine wertvolle Beruhigung, es ermöglicht bei unfreundlicher oder geradezu schikanöser Behandlung durch untergeordnete Amtsstellen mit der nötigen Energie aufzutreten. Man denke sich z. B. den Fall, dass ein Teilnehmer ohne

Wissen an verbotener Stelle eine photographische Aufnahme macht und von einer Wache angehalten wird. Die Verhaftung kann bei den schlechten Schiff- und Bahnverbindungen vielleicht den ganzen Reiseplan in Frage stellen. Der amtliche Ausweis wird in einer solchen Lage von grossem Nutzen sein. Auch uns hat dieses Schreiben wiederholt wertvolle Dienste geleistet, indem wir demselben mannigfache Unterstützung und allerlei Aufmerksamkeiten von seiten fremder Behörden zu verdanken hatten.

Die Reisekasse selbst wird man nur zum kleineren Teil in Bargeld mitführen; für den Hauptbetrag sollte man sich einen Kreditbrief und zwar nicht in unserer Währung, sondern in der üblichen Landesmünze (z. B. für Spanien in Pesetas, für Italien in Lire) ausstellen lassen. Man wird so viel besser den vollen Wert der Kursdifferenz ausnützen können.

Zur Vorbereitung gehören ferner auch einige Vorbesprechungen, in denen die Teilnehmer in geographischer, ethnographischer und naturhistorischer Hinsicht über die zu bereisenden Gebiete unterrichtet werden. Bei dieser Gelegenheit wird sowohl das Kartenmaterial wie auch die wichtigste Literatur aufgelegt. Wenn immer möglich, sollten diese vorbereitenden Vorträge durch Projektionsbilder ergänzt werden. In diesen Vorbesprechungen wird sich auch Gelegenheit finden, die gemeinsamen geschäftlichen Fragen: Ausrüstung, Kleidung, Nachsendung der Post etc. zu besprechen.

In Anbetracht der in den Mittelmeerstaaten oft grossen Unzuverlässigkeit und Langsamkeit der Postverbindungen sind, um Verluste zu vermeiden, alle Paket- und Geldsendungen am besten ganz zu unterlassen. Die Erfahrung hat uns gelehrt, dass bei einer grösseren Gesellschaft die Erhebung der eingelaufenen Briefe auf der Post jeweilen mit einem unverantwortlichen Zeitverlust verbunden war. Bei der geringen Schulung der meisten niederen Postbeamten und bei den öfters unleserlichen Schriften ist man zudem nicht einmal sicher, ob alle eingegangenen Briefe wirklich abgegeben worden sind. Um diesem doppelten Übelstande abzuhelfen, sind alle Briefe an den Exkursionsleiter zu adressieren; auf der Rückseite des Briefumschlages wird vom Absender der eigentliche Adressat vermerkt.

In einem besonderen Reisekorb führt die Exkursionsleitung auch noch das allgemeine Gepäck mit. Dasselbe umfasst:

a) Die Reiseapotheke: α) medizinische Ausrüstung: Opiumtinktur, Wismut, Phenacethin in Dosen von 0,5 gr; Aspirin 0,5 gr-Dosen; Chinin 0,25 gr; Calomel 0,2 + 0,5 sacch. lact. u. Pilulae laxantes, Kalium chloricum; Fuss- und Insektenpulver, Salmiakgeist. β) Chirurgische Ausrüstung: Verbandstoff, Verbandwatte; konzentrierte Desinfektionsflüssigkeit; Bismut oxyjodogallicum für offene Wunden; chirurgische Reisetasche.

b) Die photographischen Platten. (Durchschnittsverbrauch pro Tag ca. 6 Platten.)

c) Die Reisebibliothek umfasst das Kartenmaterial, Florenwerke und die Reisebücher.

d) Die wissenschaftliche Ausrüstung: Thermometer, Horizontalglas, Anäroïd, Formol, Planktonnetz, Düten, Notes-blocs etc.

e) Der Reiseproviant. Um ganztägige Exkursionen ausführen zu können, wird gelegentlich im Freien abgekocht und daher mitgeführt: 1 bis 2 Aluminiumkochapparate, Spiritus, Tee, Maggisuppenrollen, Konserven, Singersche Aleuronatbisquits etc.

In ihrer Aufgabe wird die Reiseleitung unterstützt durch:

1. Den Reisearzt. Die unregelmässige und vollständig veränderte Lebensweise, sowie die ganz andere Kost verursachen sehr leicht Darmstörungen, die im Frühjahr oft recht empfindlichen täglichen Temperaturschwankungen bedingen öfters Erkältungen. Es ist daher eine Beruhigung sowohl für die Reiseleitung, wie auch für jeden einzelnen Teilnehmer, wenn ein erfahrener Arzt sich in der Gesellschaft befindet.

2. Der Photograph. Ein grosser Reisephotographenapparat (12 × 16) und wo möglich noch eine Stereoskopkamera (8 × 8) sollten immer mitgeführt werden, denn die selbstaufgenommenen Landschafts- und Vegetationsbilder bilden eine der schönsten Reiseerinnerungen und sind später zur Illustration von Publikationen stets sehr willkommen, sie liefern ferner die Grundlage zur Herstellung von Diapositiven zur Belebung von Vorträgen. Die photographischen Platten werden auf Kosten der Reisekasse angeschafft. Dem erfahrenen Photographen werden stets zwei Mann zur Beihilfe beim Aufstellen und Einpacken des Photographenapparates zugeteilt.

3. Die Kontrolleure. Zwei Teilnehmer haben auf der Reise jeweilen beim Verlassen der Bahnzüge, der Dampfboote oder Hotels nachzusehen, ob nichts liegen geblieben ist.

4. Die Küchesektion: sie besteht in der Regel aus drei Mann, welche das Abkochen auf ganztägigen Exkursionen zu besorgen hat; in ihren Dienstkreis fällt auch noch der Einkauf des nötigen Proviantes.

5. Die Lokalführer. Es sind teils Konsulen und Landsleute, teils Professoren, Lehrer der Naturwissenschaften etc., die sich meist ein Vergnügen daraus machen, mit ihrer genauen Kenntnis von Land und Leuten der Studiengesellschaft in jeder Hinsicht behilflich zu sein.

Ist die Studienreise auf diese Weise vorbereitet, so kann der Erfolg nicht fehlen. Nur aussergewöhnliche Zwischenfälle, die für den Augenblick vielleicht recht unangenehm sind, jedoch oft gerade wesentlich dazu beitragen, den Reiz des Reisens zu erhöhen, werden das wie ein Uhrwerk ablaufende Reiseprogramm zu beeinflussen vermögen. Immerhin wird man für alle Fälle gut tun, schon im Programm Varianten, wie sie sich etwa infolge von Witterungswechsel oder Veränderungen in den Schiffsverbindungen ergeben, vorzusehen. So wird dafür gesorgt, dass keine Zeit verloren geht, und dass die Reise möglichst nutzbringend ausgestaltet werden kann.

Auf der Reise selbst soll das Hauptgewicht nicht auf das Sammeln von Pflanzen gelegt werden. Man kann bei dem in den Mittelmeerländern so auffallend weitgehenden Endemismus und dem Vorkommen vieler Arten mit ausserordentlich zerrissenem Verbreitungsareal auch nicht verlangen, dass der Botaniker jede Art gleich mit Namen benennt. Standort und Datum jeder gesammelten Pflanze soll jedoch sofort aufgeschrieben und die Pflanze dann in einen Schnitt der Etiquette gesteckt werden: so werden Verwechslungen unmöglich gemacht. Wichtiger als die Kenntnis einer möglichst grossen Zahl von Arten ist das Studium des gesamten Vegetationscharakters, der Formationen, der pflanzengeographischen Verbreitungsverhältnisse, welche die Grundlage der Florengeschichte liefern. Ganz besondere Aufmerksamkeit wird man den Kulturpflanzen und Kulturmethoden schenken und immer, ob es sich nun um Kultur- oder um Naturland handelt, den Vergleich mit den heimatlichen Verhältnissen nicht unterlassen. Je nach Umständen und Bedürfnis wird man am Abend in zusammenfassender Weise über die Tagesexkursion berichten und daran anschliessend eine allgemeine Diskussion eröffnen. Da diese Studienreisen gewöhnlich mehrere Wochen in Anspruch nehmen, so muss für eine möglichst grosse Abwechslung gesorgt werden, damit das Interesse nicht vorzeitig versagt und eine gewisse Reisemüdigkeit eintritt. Man suche im Programm möglichst Land- und Meerreisen, Bahn-, Fuhrwerk- und Fusstouren miteinander abwechseln zu lassen; man stelle möglichst verschiedene Landschafts- und Vegetationstypen einander gegenüber: Üppige Kulturlandschaften und öde, dürre Steppengebiete; Waldlandschaften, Macchien, Felsenheide; Tiefland, Hochland, Hochgebirge; xerophytische und hygrophytische Vergesellschaftungen usw. Dabei richte man auch sein Augenmerk auf Land und Leute und lasse innerhalb des Reiseprogrammes den Teilnehmern so viel Freiheit als nur immer möglich. Der eine wird sich vielleicht für Conchylien interessieren, ein anderer für Heilpflanzen. Den Landwirt wird die Bebauung des Bodens und die Viehzucht anziehen, der Kulturingenieur studiert die Bewässerungsanlagen, wieder ein anderer Teilnehmer entdeckt in sich eine historische oder gar eine prähistorische Ader und wer weiss, vielleicht bildet sich auch noch

eine Sektion für ethnographische Studien oder Architektonik. Für all' diese verschiedenen Interessen ist auf der Reise reichlich Gelegenheit vorhanden und die dazu nötige Zeit soll auch nicht fehlen; nur eigentliche „Reisebummler" suche man, bei der Auswahl der Teilnehmer, möglichst auszuschliessen.

Wollen einige Teilnehmer eine vom Tagesprogramm abweichende Exkursion ausführen, so soll auch in dieser Hinsicht das möglichst grösste Entgegenkommen gezeigt werden. Doch verlange man prinzipiell immer zweierlei: einer übernimmt die verantwortliche Führung und die kleine Spezialexpedition reist auf eigene Kosten, dadurch wird einer zuweit gehenden Zersplitterung vorgebeugt.

Wenn man sich so bestrebt, alles was geeignet ist erzieherisch zu wirken, alles was den Gesichtskreis erweitern und die Beobachtungsgabe und Urteilsschärfe vertiefen kann als letztes und wichtigstes Ziel solcher Studienreisen zu betrachten, so werden sich die Teilnehmer immer mit grösstem Vergnügen an die gemeinsam verbrachten Reisetage zurückerinnern und der Wert dieser Mittelmeerfahrten ist dann nicht genug hoch einzuschätzen: sie werden zu einer Charakterschule, denn in kurzer Zeit sammelt der junge Mann nicht nur viele neue Kenntnisse, er wird auch selbständiger und ausgereifter und der Vergleich mit den fremden Verhältnissen lässt ihn neuerdings erkennen, wie sehr unsere Schweiz von der Natur begünstigt, wie sehr die Institutionen unseres Landes sich gegenüber denjenigen der Mittelmeerstaaten vorteilhaft ausnehmen.

Verzeichnis der Abbildungen.

a) Tafeln.

Tafel I Fig. 1. Montserrat; Eingang ins Val Malo.
„ II „ 2. Felsenheide bei Denia.
„ 3. Verkarsteter Gipfel des Monte Mongo.
„ 4. Punta de Ifach bei Calpe.
„ III „ 5. Elche, Teil der Stadt mit dem Palmenwald.
„ IV „ 6. Orihuela.
„ 7. Halfasteppe bei Orihuela.
„ 8. In Getreidefluren und Olivenhaine umgewandeltes Steppenland.
„ V „ 9. Posada im Steppengebiet des Rio dulce bei Orihuela.
„ VI „ 10. Partie aus dem Palmenwald von Elche.
„ VII „ 11. Caserio im Tale des Rio dulce, nordöstlich von Orihuela; Kulturinsel umgeben von Steppenlandschaften.
„ VIII „ 12. Lehmhütte mit Bedachung aus Halfagras.
„ 13. Noria, umgeben von einer kleinen Kulturoase bei Cartagena.
„ IX „ 14. Huerta von Soller (Mallorca); Noria mit Sammelbecken.
„ X „ 15. Noria bei La Union (Cartagena).
„ 16. Gemauerter Bewässerungskanal in Elche.
„ 17. Hirtenhütte aus Arundo donax.
„ XI „ 18. Caserio und Volkstypen bei Orihuela.
„ XII „ 19. Wasserrad an der Segura bei Murcia.
„ 20. Erdwohnungen auf der nördlichen Abdachung der Sierra Nevada (Barranco de Gor).

b) Textfiguren.

		Seite
Fig. 1.	Galium Brockmannii Briq. nov. spec.	27
„ 2.	Macrochloa tenacissima Kth., grundständige Blätter mit der straussenfederartigen Ligula	43
„ 3.	Sideritis Riklii Briq. nov. spec.	54
„ 4.	Grundriss einer Posada	79
„ 5.	Stupa tortilis Desf., Blattquerschnitt	99
„ 6.	Avena filifolia Lag., Blattquerschnitt	99
„ 7.	Stupa parviflora Desf., Blattquerschnitt	100
„ 8.	Lygeum spartum L., Blattquerschnitt	101
„ 9.	Macrochloa tenacissima Kth., Blattquerschnitt	102
„ 10.	Genista murcica Coss., Querschnitt durch den Stengel	105
„ 11.	Madrid: Verkauf von Palmenwedel von Elche am Palmsonntag 1906	137

Register.

(**Fettdruck** = Hauptstellen; * verweist auf Tafeln oder Textfiguren.

Ackerflora **18**. 46.
Adiantum capillus veneris L. 32. 48.
Adenocarpus intermedius DC. 121.
„ villosus Boiss. 121.
Adonis microcarpa DC. v. dentata Coss. 75.
„ cupaniana Guss. 75.
Adventivflora, siehe Acker- u. Ruderalflora.
Aegilops ovata L. 67. 70. 96. 98. 117.
Aethionema ovalifolium Boiss. 120.
„ saxatile (L.) R. Br. 120.
Agave americana L. 19. 41. 52. 62. 69. 130.
Aizoon hispanicum L. 66. 95. 96. 106. 117.
Ajuga iva Schreb. 33. 40. 68. 70. 104.
Albardine 80.
Algarroba 137.
Allium cepa L. v. maxima Griseb. 129.
„ hispanica Park. 129.
„ roseum L. 55.
„ „ v. carneum Bert. 65.
„ triquetrum L. 25.
Alsine procumbens Frzl. 38. 74.
Alyssum calycinum L. 18.
Anacyclus clavatus Pers. 76.
„ valentinus L. 65. 66. 68. 97. 122.
Anagallis arvensis L. s. sp. coerulea Schreb. 18. 37. 40. 50. 55. 59. 72. 76. 96. 117.
Anchusa italica Retz 55.
Andropogon hirtum L. 33.
„ pubescens Vis. 42. 53. 63. 69. 78. 98. 117.
Andryala ragusina L. 70. 74. 104. 122.
Anemone hepatica L. v. hispanica Wk. 29. 31.
Anthemis cotula L. 45.
Anthropochoren 26.
Anthyllis cytisoides L. 53. 54. 55. 56. 63. 80. 106. 113. 122.
Anthyllis tetraphylla L. 54. 55. 58.
„ vulneraria L. v. rubriflora Ser. 43. 54.
Antirrhinum majus L. 76.
„ orontium L. 18. 37.
Apfelbaum 129.
Aphyllanthes monspeliensis L. 26.
Arachis hypogaea L. 130.
Arbutus unedo L. 15. 20. 21. 23. 24. 28. 56.
Arctostaphylos uva ursi (L.) Spreng. 30.
Arenaria montana L. 41. 44. 46. 49. 51.
Argentario, Monte **22**.
Argyrolobium Linnaeanum Walp. 42. 43. 53.
Arisarum vulgare Targ.-Tozz. 38. 42. 45. 51. 67. 97. 113.
Aristolochia baetica L. 67. 97. 122.
„ rotunda L. 13.
Artemisia 97.
„ Barrelieri Bess. 59. 80. 123.
„ herba alba Asso 80. 103. 104. 115. 118. 126.
Artischoken 129. 131.
Arum italicum Mill. 10. 49.
Arundo donax L. 57. 76.
Asparagus acutifolius L. 10. 11. 28. 35. 49. 53.
Asparagus albus L. 73. 74. 104. 118.
„ horridus L. f. 40. 42. 51. 58. 67. 69. 73. 74. 78. 104. 118.
Asperula arvensis L. 31. 55.
„ cynanchica L. 40.
„ „ s. sp. aristata (L.) Briq. 53. 55.

Asphodelus albus Mill. 38. 49. 57.
„ fistulosus L. 19. 25. 33. 34. 38. 57. 58. 63. 67. 72. 73. 74. 97. 105. 112. 114.
Asphodillflur 57. 58.
Asplenum adiantum nigrum L. 48.
„ ceterach L. 48. 59.
„ fontanum (L.) Bernh. 31. 59.
„ trichomanes L. 48.
Asteriscus maritimus Less. 40. 43. 57. 68. 70. 97. 114.
Asteriscus spinosus G. G. 55.
Astragalus Glaux L. 54.
„ hamosus L. 38.
„ hispanicus Coss. 64. 123.
„ monspessulanus L. 54. 57.
„ „ v. chlorocyaneus Costa 25. 26. 29.
Astragalus pseudostella Del. 119.
„ sesameus L. 25. 26. 67. 80. 96. 118.
Astragalus sinaicus Boiss. 80. 96. **119.**
„ vesicarius L. 124.
Atractylis cancellata L. 67. 74. 97. 118.
Atriplex halimus L. 58. 61. 64. 66. 67. 80. 106. 110. 115. 116. 125.
Avena filifolia Lag. 78. 98. 99.* 122.
„ sativa L. 75.
Ballota hirsuta Benth. 70. 104. 122.
Banyuls-sur-Mer **12** ff.
Bataten 131.
Bellis annua L. 33. 40. 56. 57.
Benidorm-Alicante **61** ff.
Benisa **51** ff.
Beta Bourgaei Coss. 80. 96. 106. 115. 122.
Beta maritima L. 110.
„ „ L. v. macrocarpa L. 80.
Bewässerungen **132**. Tafel VIII—X, XII Fig. 19.*
Bewölkung **92** ff.
Birnbaum 129.
Biscutella auriculata L. 74. 76. 96. 118.
„ „ erigerifolia DC. 74.
„ laevigata L. 47. 50.
„ montana Cav. **47**. 59. 60.
„ stenophylla Duff. 41. 42. 53. 59. 60.
Boerhaavia plumbaginea Cav. 69. 117.
Borrago officinalis L. 37.
Brachypodium distachyon (L.) R. et Schult. 117.
Brachypodium f. pentastachyon (Tin.) A. et G. 67. 96.
Brachypodium polytachyon (L.) R. et S. 98.
Brachypodium ramosum (L.) R. et S. 9. 25. 33. 35. 39. 42. 46. 50. 51. 53. 57. 63. 67. 74. 78. 98. 114. 116.
Brassica Cossoniana Boiss et Reut. 69. 96.
Brassica fruticulosa Cyr. 71. 96. 118.
„ Tournefortii Gou. 63. 96. 119.
Bromus matritensis L. 67. 96. 98. 117.
„ rubens L. 27. 70. 74. 96. 98. 117.
Brunella grandiflora (L.) Jacq. 29.
Bupleurum fruticescens L. 29. 34. 35.
„ fruticosum L. 27.
„ spinosum Gouan 50. 60.
Buxus sempervirens L. 28. 29. 50. 51.
Cakile maritima Scop. 58. 67. 96. 115. 116.
Calendula arvensis L. 19. 31. 32. 45. 65. 68. 97. 118.
Calina 68. 93.
Calpe **56**.
Calluna vulgaris Salisb. 16.
Calycotome spinosa Link 16. 21. 24. 29. 40. 49. 53. 54. 67. 113. 118.
Calycotome villosa Link 53. 67. 114.
Camphorosma monspeliaca L. 14.
Campo regadio 129.
Campylanthus Roth. 124.
Capparis spinosa L. 69. 73.
Capsella bursa pastoris (L.) Mönch 10.
f. pygmaea Rikli 18.
Capsicum annuum L. 129.
Cardamine pratensis L. 65.
Carduus pycnocephalus L. 37. 40. 68. 97.
Carex divulsa Huds. 46.
„ glauca Murr. 57.
„ gynobasis Vill. 25. 31.
„ Halleriana Asso 25. 31.
Carlina corymbosa L. 10.
„ racemosa L. 56. 57.
Carrichtera vellae (L.) DC. 66. 69. 96. 117.
Cartagena **66** ff.
Caserios 76. 77. Tafel VII*, XI.*
Catalonien, Flora **14** ff.
Cebolas 129.

Centaurea aspera L. 45.
„ calcitrapa L. 37. 56.
„ ornata W. **72**. 123.
„ pullata L. 40. 46.
Cerastium perfoliatum L. 120.
Ceratocalyx macrolepis Coss. 35. 43. 53.
Ceratonia siliqua L. 18. 41. 58. 62. 68. 128. 131. 137.
Cicer arietinum L. 76. 129.
Cistus albidus L. 21. 24. 28. 34. 42. 48. 56. 58.
Cistus Clusii Dun. 34. 35. 42. 43. 48. 56. 58.
Cistus monspeliensis L. 15. 20. 28. 34. 40. 42. 56.
Cistus salvifolius L. 13. 20. 24. 29. 34. 51. 53. 56.
Citrullus vulgaris Schrad. 129.
Chamaerops humilis L. 34. **35**. 40. 41. 42. 46. 48. 51. 56. 58. 63. 67. 98. 103. 113. 118.
Chasmophyten 111.
Chrysanthemum setabense Duf. 48.
Clematis flammula L. 34. 53.
Clipeola Jonthlaspi L. 10.
Cneorum tricoccum L. 42. 43.
Cochenillezucht 131.
Conopodium majus (Gouan) Loret 49.
Convolvulus althaeoides (L.) Sm. 19. 31. 37. 65. 68. 72. 74. 76.
Convolvulus lanuginosus Desr. 59. 61. 66. 70. 122.
Convolvulus sericeus Boiss. 27. 46. 74. 104. 114.
Coriaria longaeva Sap. 25.
„ myrtifolia L. 25. 26. 31.
Coridothymus capitatus Rchb. f. 59. 61. 119.
Coris monspeliensis L. 27. 55.
Cornus sanguinea L. 16.
„ emerus L. 23.
Coronilla glauca L. 63. 103. 113.
„ juncea L. 58. 70. 80. 104. 113. 118.
Coronilla scorpioides (L.) Koch 55. 57. 65. 75.
Corylus avellana L. 53.
Crataegus brevispina Kze. 56. 61.
„ monogyna Jacq. 16. 48. 53. 56.
Crepis albida Vill. v. macrocephala Wk. 31.
Cucumis melo L. 129.
Cupressus sempervirens L. 9.
Cynara cardunculus L. 45.
Cynodon dactylon (L.) Pers. 70. 98. 116.
Cynoglossum cheirifolium L. 33. 40. 46. 74. 76. 95. 96. 104. 118.
Cynoglossum pictum Ait. 38. 40. 43. 55.
Cyperus esculentus L. 130.
Cytinus hypocistis L. 58.
Cystoseira erucoides Ag. 36.
Daphne gnidium L. 24. 40. 42 49. 51. 55. 67. 113.
Daphne laureola L. 23. 29.
Dattelkultur 137. 138. Tafel III*, VI.*
Dattelpalme = Phoenix.
Denia **36** ff.
Dianthus lusitanicus Brot. 44. 48. 59.
Digitalis obscura L. 57. 61.
Diplotaxis brassicoides Rouy v. maritima Rouy 47. 60.
Diplotaxis Harra (Forsk.) Boiss. 123.
„ erucoides (L.) DC. 19. 32. 37.
„ muralis (L.) DC. 10. 32. 65. 116.
Dorycnium hirsutum Ser. 57.
„ suffruticosum Vill. 42. 43. 56. 58. 113 118.
Dorycnium suffruticosum v. cuneatum Rikli 64. 80. 98.
Echium calycinum Viv. 33. 37. 40. 46.
„ italicum L. 72. 96. 117.
„ plantagineum 37. 72. 96.
Edaphische Facies der Litoralsteppe **110**.
Einjährige Pflanzen 33. **95**.
Einzelkultur 137.
Elche **64** ff. Tafel III*, VI*, X Fig. 16.*
Eluvium 110.
Emex spinosa Campd. 37.
Empetreen 25.
Entoiberische Arten **122**.
Ephedra fragilis Desf. 44. 48. 63. 80. 104. 113. 119.
Ephemerophyten 65.
Erdbeerenzucht 130.
Erianthus Ravennae P. B. 80. 98. 117.
Erica arborea L. 15. 20. 28. 56. 103.
„ cinerea L. 28.

Erica multiflora L. 28. 29. 34. 42. 48. 49. 53. 56. 63. 98. 114.
Erica scoparia L. 15.
Erodium cicutarium L. L'Hérit 10. 72. 96. 115. 116.
Erodium macradenum L'Hérit 31.
„ moschatum (L.) L'Hérit 19.
„ petraeum (Gou.) W. 31.
„ supracanum (Cav.) L'Hérit 31.
Erophila verna (L.) E. Mey 10.
Eruca sativa L. v. stenocarpa Coss. 80.
„ vesicaria (L.) Cav. 63. 96. 122.
Erucaria aleppica Gaertn. 120.
Erucastrum baeticum (Boiss.) Nym. 71. 123.
Erucastrum obtusangulum (Schleich.) Rchb. 10. 19.
Ervum lens L. 41.
Eryngium campestre L. 43. 53. 67. 72. 80. 116.
Eryngium maritimum L. 40.
Esparsette 130.
Espartoformation 78. 111.
Euphorbia amygdaloides L. 11.
„ biumbellata Poir. 19.
„ characias L. 10. 11. 19. 33. 35. 46.
Euphorbia exigua L. 32.
„ falcata L. 74. 96.
„ helioscopia L. 10. 11. 37.
„ „ v. atrorubens Rikli nov. var. 37.
Euphorbia Lagascae Spach 75. 122.
„ peplus L. 10. 18.
„ pinea L. 37.
„ pithyusa L. 58.
„ polygalaefolia Boiss. et Reut. 27.
Euphorbia rupicola Boiss. 59. 60.
„ serrata L. 19. 31. 40. 53. 75.
„ sulcata De Lens 53. 55. 60. 74. 96. 122.
Euphorbia sulcata v. tuberculata Rikli nov. var. 53.
Euphorbiaheide 58.
Eurotia ceratoides C. A. Mey 120.
„ ferruginea Boiss. 120.
Evax pygmaea (L.) Pers. 33. 43. 66. 68. 75. 80. 95. 97. 104. 114. 116.
Fagonia cretica L. 58. 61. 64. 66. 67. 115. 119. 126.
Fagus silvatica L. 16.
Feigenbaum = Ficus.
Felsenflur **30.**
Felsenheide 23. 32. **33.** 38. **39.** 46. **53.** 57. 58. **67.** 76. **114.** Tafel II Fig. 2.*
Felsensteppe **63. 111.** 112.
Felsflora 46. 47. **59.**
Ficus carica L. 41. 48. 59. 128. 129. 135.
Filzpflanzen 33. 59. **104.**
Flachs 131.
Floristische Facies der Litoralsteppen **111.**
Flusstäler (Vegetation) 135.
Foeniculum vulgare Mill. 37.
Formationselemente **113.**
Frankenia pulverulenta L. 58. 67. 115. 117.
Fraxinus excelsior L. 16.
Fritillaria Boissieri Costa 31.
„ messanensis Raf. 50. 51.
Fuensanta **69/70.**
Fumana laevipes Spach 42. 53. 73. 74. 76. 80. 103. 114. 118.
Fumana procumbens (Dunal) Gren. Godr. 24. 74. 76. 117.
Fumana procumbens v. ericoides Dun. 103.
Fumana Spachii Gren. Godr. 63.
„ viscida Spach 40. 57. 58. 74. 76. 103. 114.
Fumaria capreolata L. 19. 37.
„ parviflora Lam. 45. 65.
Frunaria hygrometrica (L.) Sibth. 50.
Futterbau 137.
Galactites tomentosa Mönch 19. 43. 68. 97.
Galium Brockmannii Briq. nov. spec. (1907) 27.*
Galium murcicum Boiss. et Reut. 71. 124.
„ papillosum Lap. 31.
„ parisiense L. v. leiocarpum Tausch 40. 44.
Galium saccharatum All. 37. 43. 50. 68. 70. 72. 97.
Garbazanos 130.
Garigue 20. 23. **24.** 26. 32. **34. 41.** 46. **48.** 56. 58. 63. 67. **113.**

Gartenlandschaft 128. 137.
Gemüsebau 128. 137.
Genista candicans L. 13.
„ hispanica L. v. hirsuta Wk. 27.
„ murcica Coss. 74. 104. 105.*124.
„ scorpius DC. 16. 29.
„ umbellata Poir. 67. 104. 122.
Geranium molle L. 18.
„ Robertianum L. 18.
„ rotundifolium L. 32.
Geröllflora 29.
Gerste 75. 129.
Gespinstpflanzen 137.
Getreidebau 68. 75. 128. **130.** 131. 135. 137.
Geum umbrosum Boiss. 121.
Gladiolus illyricus Koch 29. 40. 80. 97. 114. 118.
Glaucium corniculatum (L.) Curtis 75.
„ flavum Crantz 45.
Globularia alypum L. 24. 29. 42. 53. 55. 56. 63. 103. 113.
Globularia Cambessedesii Wk. v. hispanica Wk. 30.
Glycyrhiza glabra L. 131.
Granatapfel = Punica.
Gräser, xerophytische **98—103.**
Grassteppen 75—106.
Grussteppen **110.**
Guirao arvensis Coss. 123.
Gynandriris sisyrinchium Parl. 42. 44. 58. 67. 74. 97. 118.

Hafer 75. 129.
Halfasteppe **78.** 80. **111.** Tafel IV Fig. 7.*
Halosukkulenten 106.
Haloxylon articulatum (Cav.) Bunge 80. 104. 115. 117.
Hanf 130. 131.
Haplophyllum hispanicum (L.) Spach 63. 122.
Hedera helix L. 30. 48. 50. 59.
Hedypnois polymorpha DC. 65.
Hedysarum Fontanesii Boiss. 54.
„ humile L. v. major Lange 54.
„ spinosissimum L. 54. 57.
Helianthemum alpestre (Jacq.) Dunal 33.
„ appeninum (L.) Lam. 33. 40.
Helianthemum caput felis Boiss. **59.** 60.
„ Fumana Mill. v. ericoides Dun. 63.
Helianthemum lavandulaefolium (Lam.) DC. 58. 61. 63. 119. 126.
Helianthemum marifolium (Cav.) DC. v. tomentosum Wk. 42. 44. 51. 60.
Helianthemum origanifolium (Lam.) P. v. lanceolatum Wk. 30.
Helianthemum pilosum (L.) Pers. v. tomentellum Wk. 63. 74. 80. 103. 104. 122. 126.
Helianthemum salicifolium (L.) Mill. 76. 117.
Helianthemum villosum Thib. 120.
Helichrysum angustifolium DC. 55.
„ decumbens Camb. 50. 59. 61.
„ stoechas DC. 9. 11. 27. 34. 42. 46. 50. 55. 74. 80. 103. 104. 114. 118.
Helichrysum stoechas DC. v. caespitosum Wk. 64. 75.
Helichrysum stoechas DC. v. maritima Lge. 64.
Helix albida 78.
Helleborus foetidus L. 23. 29.
Herniaria polygonioides Cav. 74. 103. 122.
Hieracium candidum Scheele 31.
„ lychnitis „ 31.
„ macrophyllum Scheele 31.
„ nitidum Scheele 31.
„ purpurascens Scheele 31.
Hippocrepis balearica Wulf. 47.
„ ciliata Wild. 40.
„ multisiliquosa L. 38. 74. 96.
„ valentina Boiss. **47.** 59. 60.
Höhlenwohnungen 77. Tafel XII Fig. 20.*
Holoschoenus vulgaris Link 57.
Hordeum distichon L. 75.
Huerta 71. 78. **128. 137.**
Hutchinsia petraea (L.) R. Br. 10. 11. 50.
Hymenostemma Fontanesii Wk. **48.** 61.
Hypecoum grandiflorum Bth. 65.
„ procumbens L. 39.
Hyoscyamus albus L. 37. 55. 74.
Hyoseris scabra L. 37. 46.

Iberische Arten 35.
Iberisch-mauritanische Arten 35. 40 44. 55. 73. **121.**
Iberisch-orientalische Arten **119.**
Ifach, Punta de **57.** Tafel II Fig. 4.*
Ilex aquifolium L. 16. 28. 29.

Inula crithmoides L. 58. 104.
„ viscosa Ait. 10. 32. 53. 55. 57. 63.
Johannisbrotbaum = Ceratonia.
Ipomaea batatas Poir. 131.
Iris germanica L. 56.
Juniperus oxycedrus L. 28. 29. 42. 48. 63. 98. 103. 104. 113.
Juniperus phoenicea L. 28. 29. 50. 51.
Kalidium foliatum Moq. 120.
Karstlandschaft 41. 45.
Kartoffeln 130.
Kentrophyllum arborescens Hook. 70. 81. 97. 122.
Kichernerbsen 76. 130.
Kleinstrauchsteppe **112.**
Kleinsträucher 97.
Klima **80.**
Knollengewächse 97.
Köleria phleoides (Vill.) Pers. 57. 58. 65. 74. 117.
Korkeichengebiete 17.
Korsika 22. 24.
Kulturland **127.** 137.
Lafuentea rotundifolia Lag. 70. **124.**
Lagoseris nemausensis K. 10. 11.
Lagurus ovatus L. 37. 67. 70. 96. 98.
Lamarckia aurea Mönch 32. 46. 55. 65. 67. 96. 98. 117.
Lamium amplexicaule L. 45.
Lathyrus articulatus L. 19.
„ cicera L. 75.
„ clymenum L. 19.
„ sativus L. 65. 75. 129.
Lauch 129.
Lavandula dentata L. 38. 40. 42. 46. 51. 59.
„ latifolia Vill. 9. 11. 34. 35.
„ multifida L. 38. 46. 73. 74. 114. 122.
Lavandula stoechas (L.) Cav. **12.** 13. 20. 24.
Lavatera maritima Gouan 44. 48. 59. 69. 73. 80. 104. 115. 118.
Lehmhütten 76. Tafel VIII Fig. 12.*
Lens esculenta Mönch 76.
Lepidium draba L. 12. 65. 75.
„ graminifolium L. 37.
„ perfoliatum 120.
Leveche 85.
Leucanthemum glabrum Boiss. et Reut. 48.
Ligustrum vulgare L. 16.
Linaria arvensis Desf. 13.
„ crassifolia (Cav.) Ktze. 61. 70. 106. 122.
Linaria cymbalaria (L.) Mill. 47.
„ Haenseleri Boiss. et Reut. 50. **61.**
Linaria origanifolia (L.) DC. 44. 50. 61.
„ pelliseriana Mill. 13.
„ simplex DC. 56.
„ supina (L.) Desf. 19.
Linsen 76.
Linum narbonense L. 27. 43. 49. 55. 57.
„ strictum L. 27.
Lithospermum apulum Vahl. 76. 117.
„ consobrinum Pomel 61.
„ fruticosum L. 43. 44. 61. 122.
Lithospermum fruticosum L. v. intricatum Briq. var. nov. 68.
Litoralsteppe, Biologie 95.
„ Klima 81.
„ Pflanzengeographie 106.
„ Typen 106.
Lobularia maritima Desv. 10. 11. 19. 33. 39. 58. 67. 72. 105. 115.
Lockerböden 110.
Lösslandschaft 62.
Lössteppen 110.
Lonicera implexa Ait. 49. 53. 59.
Lotus corniculatus 105.
„ creticus L. 42. 43. 58.
„ ornithopodioides L. 37.
Lupinus albus L. 128.
Luzerne 130.
Lycium intricatum Boiss. 66. **69. 97.** 106. 122. 126.
Lycium vulgare Dun. 39.
Lycopsis orientalis L. 121.
Lygeum spartum L. 58. 61. 63. 66. 74. 80. 98. 100. 101.* 115. 118. 126.
Lygeumsteppe **80.** 111.
Macchien **20** ff. 26. 28. 113.
Macrochloa tenacissima Kth. 42. 43.* **44.** 58. 61. 63. **78.** 98. 102.* 113. 115. 122.
Mais 129.
Makroiberische Arten 40. 44. **122.**
Malvella Sherardiana Taub. 121.
Mandelbäume 41. 58. 68. 128.

Marrubium alysson L. 66. 70. 74. 104. 115. 117.
Marrubium vulgare L. 10. 25. 33. 40. 43. 57. 66. 68. 72. 74. 114. 117.
Marrubium vulgare L. v. lanatum Benth. 70. 104. 114. 117.
Matthiola incana (L.) R. Br. 59.
„ parviflora (Schousb.) R. Br. 57. 60. 66. 74. 95. 96. 122.
Matthiola tristis (L.) R. Br. 63. 104.
Maulbeerbäume 68. 129. 130.
Medicago truncatula Gaertn. v. longeaculeata Urb. 45.
Mediterran-orientalische Arten **116.**
„ -mittelcuropäische Arten **116.**
Melica minuta L. 42. 74. 98.
Melilotus sulcata Desf. 65.
Mentha rotundifolia (L.) Huds. 32.
Mercurialis annua L. 19. 33. 37.
„ tomentosa L. 40. 41. 46. 57. 80. 104. 114. 122.
Mesembryanthemum acinaciforme L. 19.
„ nodiflorum L. 45. 66. 67. 72. 95. 96. 106. 117.
Mespilus japonica Thunb. 52.
Mikroiberische Arten 41. **123.**
Micropus bombycinus Lag. 75.
Microphyllie **103.**
Mimosen 75.
Momordica elaterium L. 32. 76.
Mongo, Monte **45** ff., Tafel II Fig. 3.*
Montserrat **26** ff. Tafel I.*
Monte Agudo **69.**
Mont St. Clair **9.**
Moricandia arvensis (L.) DC. 53. 55. 63. 66. 80. 95. 96. 106. 119.
Muldenförmige Depressionen 135.
Murcia **68** ff.
Muscari comosum (L.) Mill. 10.
„ neglectum Guss. 10.
„ racemosum L. 18.
Myosotis refracta Boiss. 121.
Myrtus communis L. 16.

Nadelblätter 103.
Narcissus juncifolius Lag. 29. **35.**
„ serotinus L. 50.
Neophyten 66.
Nigella Bourgaei Jord. 75.
„ damascena L. v. minor Boiss. 75.
Niederschläge **87.**
Noria 62. **133.** Tafel VIII Fig. 13*, IX*, X Fig. 15.*
Notoceras bicorne (Ait.) Arno 75.
Notolaena vellea Desv. 73. 117.

Obstbau 128. 129. 137.
Olea europaea L. 58. 62. 68. 75. 76. 131. 135.
Olea europaea v. oleaster DC. 28. 29. 34. 42.
Oleander 135.
Olivenkultur 15. 75. 128. 137.
Onobrychis saxatilis All. 53. 54. 55. 57.
Ononis hirta Desf. 120.
„ minutissima L. 74.
„ natrix L. 25. 54. 57. 58. 65. 66. 73. 74. 116.
Ononis ornithopodioides L. 67. 96. 119.
„ reclinata L. 54.
Onopordon acanthium L. 57.
Ophrys lutea Cav. 40.
„ tenthredinifera W. 38. 40. 42. 51. 53. 67. 97.
Opuntia Ficus indica Mill. 41. 52. 53. 69.
Orangenkultur 128. 129. 137.
Orchis morio L. 46.
Oreosolen Hook. 124.
Orihuela **71** ff. Tafel IV Fig. 6.*
Orobanche Muteli F. Schz. 40. 70. 96. 117.
Osyris alba L. 9. 28. 29. 80. 104. 113. 114. 116.
Osyris quadripartita Decsne 59. 60.
Oursia 124.
Oxalis cernua Thunb. 75.
„ corniculata L. 32.
„ libyca Viv. 75.

Padina pavonia (L.) Gaill. 36.
Pallenis spinosa Cass. 55. 64. 75. 97. 118.
Palmenoasen (-haine) 64. 75. **131.**
Parietaria diffusa M. et K. 19.
„ officinalis L. v. ramiflora Mönch 10. 19. 37.
Paronychia argentea Lam. 19. 33. 37. 65. 67. 72. 103. 114.
Paronychia nivea DC. 74. 103.
Passerinaheide 33. 57. 58. 76.
Passerina hirsuta L. 33. 57. 58. 64. 67. 76. 80. 103. 104. 114. 117.

Peganum harmala L. 66. 70. 80. 106. 115. 117.
Pendulina Lagascana (DC.) Wk. 63. 66. 95. 96. 123.
Pendulina intricata Wk. 63. 95. 96. 123.
Perimediterrane Arten **116.**
Petrophyten 111.
Pfirsichbaum 128. 129.
Phagnalon rupestre DC. 25. 33. 55. 57. 63. 76. 114. 118.
Phagnalon rupestre v. pedunculare Wk. 75. 97.
Phagnalon saxatile Cass. 25. 26. 73. 103. 114. 118.
Phagnalon sordidum (L.) DC. 53. 63. 66. 103. 114. 118.
Phalaris minor Retz. 65. 74. 96. 98. 117.
Phalaris paradoxa L. 80.
Pharnaceum cerviana L. 120.
Phaseolus vulgaris L. 129.
Phillyrea 29.
„ angustifolia L. 16. 28.
„ latifolia L. 28.
„ media L. 34.
Phlomis lychnitis L. **40.** 46. 50. 70. 74. 104. 114. 122.
Phoenix dactylifera L. 68. 128.
Pholiurus pannonicus Trin. 120.
Picridium tingitanum Desf. 37. 72. 75. 118.
Picridium vulgare Desf. 65.
Pinus halepensis Mill. 9. 15. 20. 22. 28. 44. 48. 52. 53. 56. 76. 127.
Pinus pinea L. 9. 15. 127.
Piptatherum coerulescens P. B. 73. 98. 117.
Pistacia lentiscus L. 21. 29. 34. 42. 49. 56. 63. 98. 103. 113.
Plantago albicans L. 25. 27. 33. 55. 66. 73. 74. 80. 104. 117.
Plantago carinata Schrad. 14.
„ coronopus L. 10. 11. 32. 65. 68. 96. 116.
Plantago cynops L. 10. 11. 43. 56.
„ lagopus L. 19. 45. 56. 68. 96. 117.
„ maritima L. 45. 58.
„ psyllium L. 25. 37.
„ recurvata L. 14.
„ subulata L. **14.**
Platycapnos spicatus Bernh. 55. 65. 66.
Poa bulbosa L. 53.
Polycarpon tetraphyllum L. 37.
Polygala calcareum F. Schultz 30.
„ monspeliaca L. 67. 96.
„ rupestris Pourr. 40. 42. 46. 53. 57. 60. 67. 73. 74. 80. 122.
Polygonum equisetiforme Sibth. 80. 104. 117.
Polykultur 128. 137.
Populus alba L. **15.** 17. 20. 127.
„ canescens Sm. 16.
Posadas 77. 79.* Tafel V.*
Posidonia oceanica (L.) Del. 39.
Potentilla anserina L. 32.
„ caulescens L. 31. 47.
„ opaca L. 30.
Poterium ancistroides Desf. **47.** 50. 60.
Prunus spinosa L. 9. 16.
Psoralea bituminosa L. 46. 67. 72. 74. 117.
Puccinia Buxi DC. 28.
Pulicaria arabica Cass. 121.
Punica granatum L. 16. 38. 41. 129. 131. 135. 138.
Puszta 106. 109.
Quercus coccifera L. 9. 21. 24. 29. 34. 40. 42. 46. 51. 53. 56. 63. 97. 103. 113.
Quercus ilex L. 9. 15. 28. 29. 127.
„ lanuginosa Lam. 15. 16. 127.
„ suber L. **18.** 15. 127.
Ramondia pyrenaica Rich. 31.
Ranunculus demissus DC. 120.
„ gramineus L. 46.
„ v. luzulaefolius Boiss. 51.
v. v. scorzoneraefolius Freyn 30.
Ranunculus parviflorus L. 37.
Rapistrum rugosum (L.) Bergeret 75.
Rebenkultur 127. 137.
Regadio **131.** 137.
Reisbau **129.**
Reseda 25.
„ alba L. 19. 53. 55. 74. 96. 115. 117.
Reseda Gayana Boiss. 66. 96. 122.
„ leucantha Hegelm. 74. 96. 123.
„ lutea L. 18. 96. 115.
„ phyteuma L. 19. 31. 65. 67. 96. 116.

Rhagadiolus stellatus (L.) DC. 56.
Rhamnus alaternus L. 20. 24. 29.
„ „ v. balearica Wk. 34. 48. 49. 53.
Rhamnus lycioides L. 34. 35. 38. 40. 42. 46. 48. 56. 63. 73. 98. 103. 104. 113. 122.
Roemeria hybrida (L.) DC. 65. 75.
Rosa Pouzini Tratt. v. micrantha Sm. 29.
„ sempervirens L. 49.
Rosmarinus officinalis L. 15. 20. 23. 29. 34. 39. 42. 48. 53. 55. 56. 58. 80. 98. 103. 114.
Rosmarinus officinalis fl. albo 80.
Rubia peregrina L. 21. 28. 42. 49. 53. 55.
Rubus amoenus Port. 42. 49. 53. 63. 113. 117.
Ruderalflora 31. 32. **37**. 46. 55. **65**.
Rumex bucephalophorus L. 70. 74. 96.
Ruscus aculeatus L. 29. 34. 49.
Ruta chalepensis L. v. angustifolia (Pers.) Wk. 35. 40. 49. 53. 67. 73. 74. 76. 114. 117.
Rutenpflanzen **144**.

Safrankultur 19.
Saftpflanzen = Sukkulenten 105.
Salicornia fruticosa L. 104. 106. 110. 115.
Salicornietum 113.
Salvia pinnata L. 121.
„ verbenaca L. 19. 35. 40. 55.
Salzsteppen **110**.
Sandsteppen **110**.
San Miguel **72**. Tafel IV Fig. 6.*
Santolina chamaecyparissus L. 55.
Saponaria ocymoides L. 29.
Sarcocapnos enneaphylla DC. 31. 70.
Sarothamnus scoparius (L.) Wimmer 16. 23.
Satureia graeca L. 24. 33. 38.
„ „ v. micrantha (Brof.) Briq. 42. 43.
Satureia obovata Lag. 59. 61.
Saubohnen = Vicia faba L.
Saxifraga catalaunica Boiss. 31.
Scabiosa maritima L. 38.
„ saxatilis Cav. **47**. 59. 61.
Scandix pecten veneris L. 45.
Schilfhütten 76.* Tafel X Fig. 17.*
Schöpfwerke **133**.
Schuppenblätter 104.
Scorpiurus subvillosa L. 33. 42. 54. 55. 65. 74. 96.
Scorzonera laciniata L. 33.
„ „ v. intermedia G.G. 81.
Scrophularia peregrina L. 25.
Scutellaria orientalis L. 121.
Secano 131. 137.
Sedum altissimum Poir. 10. 25. 43. 50. 53. 63. 106.
Sedum dasyphyllum L. 45. 50.
Selaginella denticulata Spring. 48.
Senecio linifolius L. 55. 57. 61. 66. 68. 103. 114. 122.
Senecio vulgaris L. 10. 11. 46.
„ „ f. villosus Rikli f. nov. 46.
Sesleria coerulea L. s. sp. calcarea Celak. 31.
Sherardia arvensis L. 18. 32. 37. 40. 68. 97. 117.
Sickerwerke **134**.
Sideritis glauca Cav. 73. 98. 104.
Sideritis leucantha Cav. v. paucidentata Wk. 68. 70. 73. 74. 98. 103. 122.
Sideritis romana L. 31. 72. 74. 96.
„ Riklii Briq. spec. nov. (1907) 54.* 55.
Sideritis spinosa Lam. 98.
Silene colorata Poir. 38. 42. 49. 67.
„ crassicaulis Wk. 31.
„ rosularis Coss. 31.
„ rubella L. 65.
„ sericea 105.
Silybum Marianum (L.) Gaertn. 10. 19. 37.
Sklerophyllie **103**.
Smilax aspera L. 10. 28. 35. 42. **49**. 51. 56. 59.
Smilax balearica Wk. **49**.
Sisymbrium irio L. 65.
„ officinale (L.) Scop. 10.
„ polyceratium L. 75.
Solano 85. 130.
Solanum melongena L. 129.
„ nigrum L. v. rubrum Mill. 20.
Sonchus tenerrimus L. 37. 46.
Sorbus domestica L. 16.
Spartium junceum L. 21.
Spergularia marina Wk. 115.

Spergularia media (L.) Pers. 65. 67. 116.
„ rubra (L.) Pers. 67. 115. 116.
Sphenopus divaricatus (Gouan) Rchb. 65. 117.
Statice caesia Gird. 80. 124.
„ echioides L. 70. 96. 115. 119.
„ limonum L. 74.
„ „ v. macroclada Boiss. 66.
„ serotina Rchb. 66.
„ sinuata L. 115.
„ Thouini Viv. 66. 96. 117.
Stauwerke **182.**
Stellaria media (L.) Cirillo 18. 45.
Steppengräser 98.
Steppenflora 61. 66. 71. **115.**
„ (Biologie) **95.**
Steppeninseln **61.** 76.
Steppenpflanzen 61.
Steppenreste **64.** 65. 66.
Steppen Südrusslands 107. 108.
Strandfelsen 13.
Strandflora 38. 58. **114.**
Stupa parviflora Desf. 66. 69. 70. 98. 99. 100.* 117.
Stupa tortilis Desf. 66. 69. 70. 78. 96. 98. 99.* 117.
Suaeda fruticosa (L.) Forsk. 66. 67. 80. 103. 106. 115. 117.
Südfrüchte 130.
Südmediterrane Arten 38. 40. 43. 55. 73. **118.**
Süssholz 131.
Sukkulenten 58. **104.**

Talajots 41.
Tamarix africana Poir. 39.
„ gallica L. 39. 75. 80. 104. 110. 118.
Tamus communis L. 51.
Tarragona **32** ff.
Teucrium buxifolium Schreb. 72. 103. 124.
Teucrium Freynii Rev. 68. 124.
„ marum L. 42. 43.
„ polium L. 29. 42. 49. 51. 58. 74. 76. 103. 104. 117.
Teucrium polium s. sp. capitatum (L.) Briq. 57. 68. 73. 81. 114.
Teucrium pseudochamaepitys L. 40. 55. 66. 68. 70. 73. 74. 104. 122.
Teucrium pyrenaicum L. 31.
Thalictrum tuberosum L. 49. 60.
Thamnolia vermicularis Ach. 48.
Thesium divaricatum (Jan.) DC. 74.
Thrincia hispida Roth. 56.
Thymelaea tinctoria Endl. 34. 36.
Thymiantomillares 57.
Thymus longiflorus Boiss. 64. 124.
„ vulgaris L. 24. 33. 34. 35. 39. 41. 42. 46. 49. 53. 57. 58. 63. 67. 73. 74. 76. 80. 103. 112. 114. **118.**
Thymus zygis L. 74. 80. 103. 112. 115. 122. 126.
Tibidabo **17** ff.
Tomaten 129.
Tomillares 32. **34.** 42. 58. 76.
Torilis nodosa (L.) Gaertn. 68. 116.
Tortella squarrosa (Brid.) Limp. 50.
Trifolium Bocconi Sav. 38.
„ fragiferum L. 57.
„ incarnatum L. 128.
„ stellatum L. 37. 43. 67. 70. 95. 96. 117.
Triticum turgidum L. 130. 137.
„ vulgare L. v. tetrastychon 131. 138.
Tulipa australis Lk. v. montana Wk. 31.
Ulex australis Clem. **18.** 16. 21. 24. 26. 29. 34. 35. 40. 41. 42. 49. 53. 56.
Ulmus campestris L. 16.
Ulva lactuca L. 36.
Umbilicus pendulinus DC. 37. 49.
Urbarmachung der Steppen 135.
Urginea scilla Steinh. 40. 42. 49. 51. 53. 58.
Uropetalum serotinum Ker. 27. 72. 74. 97. 114. 122.
Urospermum Dalechampii (L.) Desf. 57.
„ picroides (L.) Desf. 43. 68. 97. 118.
Urtica membranacea Poir. 37.
Ustilago Avenae Pers. 75.
„ Jensenii Rostr. 75.
„ Sacchori Rabenh. 80.
Vaillantia muralis L. 34. 68. 70. 97.
„ hispida L. 43. 45. 72. 97. 118.
Verbascum sinuatum L. 33. 37. 45. 57.
Verbreitungselemente **125.**
Veronica chamaepitys Griseb. 121.
„ digitata Vahl. 121.
„ cymbalaria Bod. 10. 19.

Viburnum tinus L. 15. 23. 28. 29.
Vicia angustifolia All. v. amphicarpa Boiss. 66. 96. 117.
Vicia ervilia (L.) Willd. 41. 76.
„ faba L. 41. 52. 129. 130. 131.
„ hybrida L. 37. 75.
„ lutea L. v. hirta (Balbis) Boiss. 55.
„ peregrina L. 55.
„ sativa L. v. obovata Ser. 55.
Viola arborescens L. 42. 44. 53. 57. 60. 67. 122.
Viola odorata L. 53.
„ Willkommii Roem. 31.
Viscum cruciatum Sieb. 120.
Waldkulturland 127.
Wälder 15.
Wasserrad 133. Tafel XII Fig. 19.*
Westmediterrane Arten 35. 41. 43. 55. 118.
Wicke 76.
Wiesen 29.
Withania frutescens Pauq. 69. 73. 74. 97. 122.
Wüstensteppen 107.
Xerosukkulenten 106.
Zollikoferia pumila (Cav.) DC. 73. 75. 123.
Zollikoferia resedifolia Coss. 73. 75. 80. 103. 118.
Zwergpalme 35.
Zwergstrauchformation 97.
Zwiebelgewächse 97.

Über die zahlentheoretischen Formeln Liouville's.

Von

Ernst Meissner.

Einleitung.

In den Bänden III, IV, V, IX und X der zweiten Serie des Journal de mathématiques pures et appliquées hat J. Liouville unter dem Titel: « Sur quelques formules générales qui peuvent être utiles dans la théorie des nombres » eine Reihe von 18 Artikeln veröffentlicht. Dieselben enthalten etwa 60 Formeln, welche zahlreiche zahlentheoretische Anwendungen gestatten, für welche aber Liouville selbst keine Beweise publiziert hat. Erst über zwanzig Jahre später hat P. Pepin in einer eigenen Abhandlung einen Teil derselben bewiesen (Formules d'analyse utiles dans la théorie des nombres. Journal de math. sér. 4, T. IV, 1888). Es sind dies im wesentlichen vier Formeln, aus denen sich aber alle Gleichungen ableiten lassen, die in den ersten fünf, dem 17. und dem 18. Artikel angegeben sind. Auch die Formel (L) des 6. Artikels ist in ihnen enthalten.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, die sämtlichen in den 10 Artikeln VII bis XVI publizierten Formeln herzuleiten. Unerledigt bleiben wesentlich nur noch die zwei Formeln (N) und (Q) des 6. Artikels, welche sehr spezielle Fälle allgemeinerer Relationen zu sein scheinen. Ausser den erwähnten beweise ich drei weitere von Liouville angegebene Gleichungen, welche mehrere der in den « formules générales » enthaltenen in sich schliessen.

Um die Brauchbarkeit der Formeln zu zeigen, wird zum Schluss in § 10 eine Klassenrelation bewiesen. Zwei Sätze, welche Halphen im Bulletin de la société math. de France (Bd. 6) veröffentlicht hat, lassen sich als Spezialfälle Liouville'scher Formeln (der Gleichungen VIII ε und IX ζ) darstellen, worauf mich Herr Prof. Hurwitz aufmerksam machte.

Um den Umfang dieser Arbeit nicht allzu stark auszudehnen, habe ich aber jene Deduktion, die Herleitung der Jakobi-Eisenstein'schen Sätze über die Zerlegungen einer beliebigen Zahl in vier und 8 Quadrate, sowie weitere auf spezielle quadratische Formen von 3 und 4 Variablen bezügliche Anwendungen Liouville'scher Gleichungen unterdrückt.

Herrn Prof. Dr. Hurwitz, meinem hochverehrten Lehrer, sage ich herzlichen Dank für seine Ratschläge, sowie für das wohlwollende Interesse, mit dem er das Entstehen dieser Arbeit begleitet hat.

---

§ 1.

Der Formel, welche Gegenstand dieses ersten Paragraphen sein soll, liegen zwei verschiedene Zerlegungsarten der positiven Zahl m zu Grunde.

Die erste derselben ist durch die Gleichungen

$$m = m'^2 + m'' \tag{1}$$

$$m'' = 2^{\alpha''} \cdot d'' \cdot \delta'' \tag{1'}$$

gekennzeichnet. Hiebei bedeuten, wie überall im folgenden, alle Buchstaben ganze Zahlen. m'', d'' und δ'' sind positiv, d'' und δ'' ausserdem ungerade, sodass α'' der Exponent der höchsten in m'' enthaltenen Potenz von 2 ist. Die Zahl m' unterliegt keiner weitern Bedingung.

Unter

$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu)$$

verstehen wir eine Funktion von vier Variablen, welche für alle zur Anwendung gelangenden (immer ganzzahligen) Argumentwerte definiert ist, und den Bedingungen

$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = \mathfrak{F}(-\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = \mathfrak{F}(\varkappa, -\lambda, \mu, \nu) = \mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, -\mu, \nu)$$
$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, -\nu) = -\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) \tag{2}$$

genügt.

Nunmehr summieren wir die Ausdrücke

$$(-1)^{m''-1} \cdot \mathfrak{F}(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m', 2^{\alpha''} d'' + m' - \delta'', \delta'') \tag{3}$$

bei festem m' über alle Lösungen der Gleichung (1'), und addieren alle auf diese Weise für die verschiedenen, der Gleichung (1) genügenden Wertsysteme (m', m'') gebildeten Summen.

Das Resultat dieser Operation schreiben wir in der Form

$$S_1 = \sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} \cdot d'' \cdot \delta''} (-1)^{m''-1} \cdot \mathfrak{F}\left(2^{\alpha''} d' + m', \delta'' - 2m', 2^{\alpha''} d'' + m' - \delta'', \delta''\right) \quad (4)$$

und behalten eine entsprechende Art der Bezeichnung auch für das weitere bei.

Wir betrachten ferner die durch die Gleichung

$$m = m_1^2 + 2 d_2 \cdot \delta_2 \quad (5)$$

gegebene Zerlegung der Zahl m. Es soll hiebei m_1 irgend eine positive, negative oder verschwindende ganze Zahl sein; d_2 und δ_2 seien positiv, δ_2 ausserdem nur ungerade. Zwei Lösungen (m_1, d_2, δ_2) und (m_1', d_2', δ_2') von (5) sind als verschieden zu betrachten, wenn nicht gleichzeitig die drei Gleichungen

$$m_1 = m_1'; \quad d_2 = d_2'; \quad \delta_2 = \delta_2'$$

erfüllt sind. Die über sämtliche Lösungen der Gleichung (5) erstreckte Summe der Ausdrücke

$$\mathfrak{F}\left(m_1, 2 d_2 + \delta_2, 2 d_2 - m_1 - \delta_2, -2 d_2 + 2 m_1 + \delta_2\right)$$

ist nach vorigem mit

$$S_2 = \sum_{m = m_1^2 + 2 d_2 \delta_2} \mathfrak{F}\left(m_1, 2 d_2 + \delta_2, 2 d_2 - m_1 - \delta_2, -2 d_2 + 2 m_1 + \delta_2\right) \quad (6)$$

zu bezeichnen.

Endlich definieren wir noch das Symbol $\omega(\varkappa)$ durch die Festsetzungen:

$\omega(\varkappa) = 1$, wenn $\varkappa$ Quadrat einer ganzen Zahl,
$\omega(\varkappa) = 0$, wenn dies nicht der Fall ist.

Diese Definition soll auch für die folgenden Paragraphen Gültigkeit haben.

Die Liouville'sche Formel, die hier abgeleitet werden soll, schreibt sich nunmehr in der Form:

$$S = S_1 + S_2 = \omega(m) \cdot \sum_{i = 1, 3, 5, \ldots (2\lfloor m - 1)} \mathfrak{F}\left(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - i, i - \sqrt{m}, i\right) \quad (7)$$

Ihrem Beweis schicken wir zunächst einige Bemerkungen voraus.

Der Anblick der Ausdrücke (4) und (6) lehrt, dass in jedem Gliede der Summe S das erste Argument der Funktion $\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu)$ gleich der Summe der beiden letzten Argumente ist, sodass $\mathfrak{F}$ nur in der Form

$$\pm \mathfrak{F}(\mu + \nu, \lambda, \mu, \nu)$$

auftritt. Aus den über d_2 und δ'' gemachten Voraussetzungen folgt ferner, dass λ und ν nur ungerade Werte annehmen. In S_1 ist ν ausserdem immer positiv. Die Summe S soll nun dadurch ausgewertet werden, dass untersucht wird, wie oft das Glied

$$\mathfrak{F}(y + z, x, y, z) \tag{8}$$

darin auftritt, wenn x, y, z irgend welche feste ganze Zahlen bedeuten. Sind x und z gerade, so tritt ein Term (8) überhaupt nicht auf; wir nehmen daher gleich an, x und z seien ungerade, d. h.

$$x \equiv 1 \pmod 2 \qquad z \equiv 1 \pmod 2 \tag{9}$$

In der Summe S_1 tritt das Glied $\mathfrak{F}(y + z, x, y, z)$ so oft auf, als das Gleichungssystem

$$\left.\begin{aligned} \delta'' - 2m' &= x \\ 2^{\alpha''} d'' + m' - \delta'' &= y \\ \delta'' &= z \\ m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \cdot \delta'' & \end{aligned}\right\}$$

Lösungen besitzt, welche den anfangs gestellten Forderungen d'' und δ'' betreffend, genügen. Dieses System ist äquivalent mit

$$\left.\begin{aligned} 2m' &= z - x \\ \delta'' &= z \\ 2 \cdot 2^{\alpha''} d'' &= x + 2y + z \\ 4m &= x^2 + 4yz + 3z^2 \end{aligned}\right\}$$

also mit denjenigen Lösungen der Gleichung

$$4m = x^2 + 4y \cdot z + 3z^2 \tag{A}$$

welche die Bedingungen

$$\left.\begin{aligned} z &> 0 \\ x + 2y + z &> 0 \end{aligned}\right\} \tag{B}$$

erfüllen. Umgekehrt entspricht jeder solchen Lösung eine Zerlegung

$$m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \cdot \delta''$$

für welche in S_1 das Summenglied

$$(-1)^{m''-1} \mathfrak{F}(y + z, x, y, z)$$

auftritt, welches wegen

$$m'' = 2^{\alpha''} \cdot d'' \tag{2}$$

die Form

$$(-1)^{y+\frac{x+z}{2}-1}\cdot\mathfrak{F}(y+z,x,y,z) \tag{10}$$

annimmt.

Wenn keine Lösungen von (A) existieren, für welche $z>0$ würde, so tritt kein Glied (8) in S_1 auf. Im andern Falle gibt es sicher eine Lösung von (A), für die x und z positive ungerade Zahlen X resp. Z sind. Ihr ist eindeutig umkehrbar die Lösung $(-X, y, +Z)$ zugeordnet, und die Bedingungen (B) gehen für zwei solche korrespondierende Lösungen über in

$$X+2y+Z>0 \quad \text{resp.} \quad -X+2y+Z>0.$$

Die entsprechenden Summenglieder in S_1 sind wegen (2) von der Form

$$\pm\mathfrak{F}(y+Z,X,y,Z),$$

und zwar tritt das Plus-Zeichen auf, wenn die Lösung (X, y, Z) von (A) einem der Bedingungssysteme

$$\left.\begin{matrix}X+2y+Z>0\\ X+2y+Z\equiv 2\,(4)\end{matrix}\right\}(B_1) \qquad \left.\begin{matrix}-X+2y+Z>0\\ -X+2y+Z\equiv 2\,(4)\end{matrix}\right\}(B_2),$$

das Minuszeichen, wenn sie einer der Bedingungen

$$\left.\begin{matrix}X+2y+Z>0\\ X+2y+Z\equiv 0\,(4)\end{matrix}\right\}(B_3) \qquad \left.\begin{matrix}-X+2y+Z>0\\ -X+2y+Z\equiv 0\,(4)\end{matrix}\right\}(B_4)$$

genügt.

Die Forderungen (B_4) resp. (B_2) sind aber in den Forderungen (B_1) resp. (B_3) enthalten, da nach (9)

$$2X\equiv 2\ (4),$$

und die Glieder, welche durch zwei solche Systeme gleichzeitig erzeugt werden, heben sich des verschiedenen Vorzeichens wegen fort. Man kann sich also auf diejenigen Lösungen von (A) beschränken, für welche entweder

$$\left.\begin{matrix}X+2y+Z>0\\ X+2y+Z\equiv 2\,(4)\\ X-2y-Z\geq 0\end{matrix}\right\}(B_1') \quad \text{oder} \quad \left.\begin{matrix}X+2y+Z>0\\ X+2y+Z\equiv 0\,(4)\\ X-2y-Z>0\end{matrix}\right\}(B_3')$$

erfüllt ist. In der letzten Ungleichung von (B_3') ist das Gleichheitszeichen weggelassen worden, da es wegen der darüber stehenden Kongruenz nicht auftreten kann. Im Falle (B_1') tritt in S_1 das Glied

$$\mathfrak{F}(y+Z,X,y,Z)$$

mit dem positiven, im Fall (B_3') mit dem negativen Zeichen auf.

Dieselbe Untersuchung wie für S_1 führen wir nun auch für die Summe (6) aus.

In S_2 tritt $\mathfrak{F}(y+z, x, y, z)$ so oft auf, als mit den Voraussetzungen verträgliche Lösungen des Systems

$$\left.\begin{aligned} 2d_2 + \delta_2 &= x \\ 2d_2 - m_1 - \delta_2 &= y \\ -2d_2 + 2m_1 + \delta_2 &= z \end{aligned}\right\}$$

vorhanden sind. Dieses ist aber äquivalent mit

$$\left.\begin{aligned} m_1 &= y+z \\ 2\delta_2 &= x-2y-z \\ 4d_2 &= x+2y+z \\ 4m &= x^2+4yz+3z^2 \end{aligned}\right\}$$

d. h. mit dem Inbegriff der Lösungen der Gleichung (A), für welche

$$\left.\begin{aligned} x-2y-z &> 0 \\ x+2y+z &> 0 \\ x+2y+z &\equiv 0\ (4) \end{aligned}\right\} (C).$$

Sind X und Z wieder positive, ungerade Zahlen, so entspricht der Lösung (X, y, Z) von (A) ein-eindeutig die Lösung $(X, -y, -Z)$. Aus (C) ergibt sich, dass x überhaupt nur positive Werte X annehmen kann. Für die Lösungen

$$(X, y, Z) \qquad \text{resp.} \qquad (X, -y, -Z)$$

werden die Bedingungen (C) zu

$$\left.\begin{aligned} X-2y-Z &> 0 \\ X+2y+Z &> 0 \\ X+2y+Z &\equiv 0\ (4) \end{aligned}\right\} (C_1) \quad \text{resp.} \quad \left.\begin{aligned} X+2y+Z &> 0 \\ X-2y-Z &> 0 \\ X+2y+Z &\equiv 2\ (4) \end{aligned}\right\} (C_2)$$

und jeder Lösung (C_1) von (A) entspricht in S_2 der Term

$$\mathfrak{F}(y+Z, X, y, Z),$$

jeder Lösung (C_2) aber das Glied

$$\mathfrak{F}(-y-Z, X, -y, -Z) = -\mathfrak{F}(y+Z, X, y, Z).$$

Vergleicht man nun die Bedingungen (C_1) und (C_3) mit den bei der Betrachtung von S_1 erhaltenen Systemen (B_1') und (B_3'), so erkennt man, dass (B_3') mit (C_1) identisch ist, und dass auch (C_2) mit (B_1') übereinstimmt, wenn man nur in (B_1') vom Gleichheitszeichen der letzten Ungleichung absieht. Jede Lösung (X, y, Z) von (A), für die

$$X-2y-Z \neq 0$$

genügt also keinem oder zweien der Systeme (B_1'), (C_2); (B_3'), (C_1), und erzeugt im letztern Falle in S denselben Term zweimal, aber

mit verschiedenen Vorzeichen. Ihr Beitrag an die Summe S ist daher in allen Fällen gleich null, und sie braucht nicht weiter berücksichtigt zu werden.

In S bleiben nur noch diejenigen Glieder übrig, die durch die Lösungen (B_1') von (A) erzeugt werden, für welche

$$X - 2y - Z = 0. \tag{11}$$

(A) geht dann aber über in

$$m = (y + Z)^2 \tag{A'}$$

woraus ersichtlich ist, dass derartige Lösungen nur dann existieren, wenn m eine Quadratzahl ist. Wenn dies nicht der Fall ist $\big(\omega(m) = 0\big)$, so zerstören sich sämtliche Glieder in S, und die Formel (7) ist bewiesen.

Ist aber m eine Quadratzahl, also $\omega(m) = 1$, so geht wegen (11) das Bedingungssystem (B_1') über in

$$\left.\begin{aligned} X + 2y + Z &> 0 \\ X - 2y - Z &> 0 \end{aligned}\right\} \quad (B_1'')$$

und wegen (A') wird

$$\left.\begin{aligned} X &= 2\sqrt{m} - Z \\ y &= \sqrt{m} - Z \\ y + Z &= \sqrt{m} \end{aligned}\right\}. \tag{12}$$

Man erhält aber alle Lösungen von (A'), die (B_1'') erfüllen und jede nur einmal, wenn Z alle ungeraden Zahlen i von 1 bis $(2\sqrt{m} - 1)$ durchläuft. Sie Summe S wird daher

$$S = \sum \mathfrak{F}(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - Z, \sqrt{m} - Z, Z) \quad \text{oder}$$
$$S = \omega(m) \cdot \sum_{i = 1, 3, \ldots (2\sqrt{m} - 1)} \mathfrak{F}(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - i, \sqrt{m} - i, i)$$

womit der Beweis der Formel (7) auch für diesen Fall geleistet ist. Mit Benützung der Gleichungen (2) kann sie leicht in die Form gebracht werden:

$$\sum (-1)^{m''-1} \mathfrak{F}(2^{\alpha'} d'' + m', \delta'' - 2m', 2^{\alpha''} d'' + m' - \delta'', \delta'') -$$
$$\sum \mathfrak{F}(m_1, 2d_2 + \delta_2, 2d_2 - m_1 - \delta_2, 2d_2 - 2m_1 - \delta_2) =$$
$$= \omega(m) \cdot \big\{\mathfrak{F}(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - 1, \sqrt{m} - 1, 1) +$$
$$+ \mathfrak{F}(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - 3, \sqrt{m} - 3, 3) + \cdots + \mathfrak{F}(\sqrt{m}, 1, 1 - \sqrt{m}, 2\sqrt{m} - 1)\big\}. \quad X(\nu)$$

Dies ist die Hauptformel des 10. der Liouville'schen Artikel.[1])

[1]) Liouville: Sur quelques formules . . . Journal de mat. T. IV, sér. 2, pg. 195.

Durch Spezialisieren der Funktion $\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu)$ entstehen aus ihr beliebig viele neue Formeln, von denen hier jedoch nur die in den „formules générales" auftretenden behandelt werden sollen.

Man erfüllt die Gleichungen (2), d. h. die einzigen Beschränkungen, denen die Funktion $\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu)$ unterliegt, wenn man

$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = F(\nu)$$

setzt, wo $F(\nu)$ eine für alle auftretenden Argumentwerte definierte, ungerade Funktion bedeutet. Dann aber geht die Formel (X ν) über in die Formel ($\varkappa$) desselben Artikels:

$$\sum_{m = m'^2 + 2\alpha'' d'' \delta''} (-1)^{m''-1} F(\delta'') - \sum_{m = m_1^2 + 2 d_2 \delta_2} F(2 d_2 - 2 m_1 - \delta_2) =$$
$$= \omega(m) \left\{ F(1) + F(3) + \cdots + F(2\sqrt{m} - 1) \right\}. \qquad (\text{X}\,\varkappa)$$

Ist $f(\varkappa, \lambda)$ eine für alle zur Anwendung gelangenden Argumente definierte gerade Funktion bezüglich jeder ihrer Veränderlichen, so befriedigt der Ansatz:

$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = \nu f(\varkappa, \lambda)$$

die Bedingungen (2). Die Formel (X ν) verwandelt sich dabei in die speziellere Beziehung:

$$\sum_{m = m'^2 + 2\alpha'' d'' \delta''} (-1)^{m''-1} \cdot \delta'' \cdot f(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m') - \sum_{m = m_1^2 + 2 d_2 \delta_2} (2 d_2 - \delta_2) f(m_1, 2 d_2 + \delta_2) =$$
$$= \omega(m) \left\{ f(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - 1) + 3 f(\sqrt{m}, 2\sqrt{m} - 3) + \cdots + (2\sqrt{m} - 1) f(\sqrt{m}, 1) \right\} \qquad (\text{X}\,\eta)$$

welche unter (η) ebenfalls im 10. Artikel angegeben ist. Hiebei ist die Summe

$$\sum (-2 m_1) f(m_1, 2 d_2 + \delta_2),$$

welche zunächst auf der linken Seite der Gleichung auftritt, unterdrückt worden. Ihr Wert ist null, da sich ihre Glieder des doppelten Vorzeichens von m_1 wegen gegenseitig zerstören.

Wenn die gerade Funktion $f(\varkappa, \lambda)$ in Bezug auf das erste Argument $\varkappa$ konstant ist, so geht (η) in die ebenfalls dem 10. Artikel angehörende Formel (ϑ) über:

$$\sum (-1)^{m''-1} \cdot \delta'' \cdot f(\delta'' - 2m') - \sum (2 d_2 - \delta_2) f(2 d_2 + \delta_2) =$$
$$= \omega(m) \left\{ f(2\sqrt{m} - 1) + 3 f(2\sqrt{m} - 3) + \cdots + (2\sqrt{m} - 1) f(1) \right\}. \qquad (\text{X}\,\vartheta)$$

Unterdrückt man dagegen in (η) das zweite Argument von $f(\varkappa, \lambda)$, so erhält man zunächst:

$$\sum(-1)^{m''-1}\cdot\delta''\cdot f(2^{\alpha''}d''+m')-\sum(2d_2-\delta_2)f(m_1)=\omega(m)\cdot m\cdot f(\sqrt{m}).$$

Nun ist aber

$$\sum d_2 f(m_1)=\sum\delta_2 f(m_1)$$

und wenn

$$\zeta_1(m_2)=\sum_{m_2=d_2\cdot\delta_2} d_2$$

gesetzt wird, so ergibt sich

$$\sum_{m=m_1^2+2d_2\delta_2}(2d_2-\delta_2)f(m_1)=\sum_{m=m_1^2+2m_2}\zeta_1(m_2)f(m_1)$$

und durch Einsetzen in die vorige Gleichung

$$\sum_{m=m'^2+2^{\alpha''}d''\cdot\delta''}(-1)^{m''-1}\cdot\delta''\cdot f(2^{\alpha''}d''+m')-\sum_{m=m_1^2+2m_2}\zeta_1(m_2)f(m_1)=$$

$$=\omega(m)\cdot m\cdot f(\sqrt{m}). \qquad (\text{IX}\,\xi)$$

Diese Formel findet sich im 9. Artikel von Liouville unter (ξ) angegeben.

Durch die Spezialisierung

$$\mathfrak{F}(\varkappa,\lambda,\mu,\nu)=\nu\cdot f(\mu)$$

wo $f(\mu)$ wie vorhin eine gerade Funktion sein soll, erhält man aus der Hauptformel (ν) die Formel (i) des 10. Artikels in der Form:

$$\sum(-1)^{m''-1}\cdot\delta''\cdot f(2^{\alpha''}\cdot d''+m'-\delta'')-$$
$$-\sum(2d_2-2m_1-\delta_2)f(2d_2-m_1-\delta_2)=$$
$$=\omega(m)\left\{f(1-\sqrt{m})+3f(3-\sqrt{m})+\cdots+(2\sqrt{m}-1)f(\sqrt{m}-1)\right\}. \qquad (\text{X}\,\iota)$$

Weniger einfach ergibt sich aus der Formel (ν) ein Spezialfall, in welchem die Darstellungen der Zahl m als Summe dreier Quadrate eine Rolle spielt, und den wir nunmehr ableiten wollen.

Da in (ν) das vierte Argument ν der Funktion $\mathfrak{F}(\varkappa,\lambda,\mu,\nu)$ nur ungerade Werte annimmt, so ist der Ausdruck

$$(-1)^{\mu+\frac{\nu-1}{2}}f(\varkappa)$$

worin $f(\varkappa)$ wieder eine gerade Funktion ist, eine gerade Funktion von $\varkappa$ und μ, dagegen eine ungerade Funktion von ν. Er erfüllt somit die Bedingungen (2), und kann in (X ν) eingesetzt werden. Dann wird die erste Summe S_1 der linken Seite unter Beachtung der Kongruenzen

$$2^{\alpha''}d''\equiv m''\ (2)$$
$$\delta''\equiv 1\ (2)$$

zu

$$S_1' = \sum (-1)^{m' + \frac{\delta'' - 1}{2}} f(2^{\alpha''} d'' + m'). \tag{13}$$

Die 2. Summe S_2 geht nach einer leichten Reduktion über in

$$S_2' = \sum (-1)^{d_2 + \frac{\delta_2 - 1}{2}} \cdot f(m_1), \tag{14}$$

wo bei festem m_1 zunächst über alle Lösungen der Gleichung

$$m_2 = d_2 \cdot \delta_2 \tag{15}$$

zu addieren, und sodann die Summe aller so erhaltenen Ausdrücke über die Lösungen von

$$m = m_1^2 + 2\, m_2 \tag{15'}$$

zu bilden ist. Wegen

$$d_2 \equiv m_2 \,(2)$$

wird daher

$$S_2' = \sum_{m = m_1^2 + 2 m_2} \left[f(m_1) (-1)^{m_2} \cdot \sum_{m_2 = d_2 \cdot \delta_2} (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2}} \right]. \tag{16}$$

Mit Liouville setzen wir abkürzend:

$$\varrho\,(m_2) = \sum_{m_2 = d_2 \cdot \delta_2} (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2}}.$$

Nach einem bekannten zahlentheoretischen Satze (der sich übrigens auch aus Liouville'schen Formeln herleiten lässt) bedeutet dann $4 \cdot \varrho\,(m_2)$ die Anzahl der Darstellungen der Zahl $2\, m_2$ durch die quadratische Form

$$x^2 + y^2.$$

Mit dieser Bezeichnung ergibt sich aus (16):

$$4 \cdot S_2' = \sum_{m = m_1^2 + 2 m_2} f(m_1) \cdot (-1)^{m_2} \cdot 4\, \varrho\,(m_2).$$

Es ist aber

$$\varrho\,(m_2) = 0,$$

wenn die Gleichung

$$2\, m_2 = s^2 + s'^2$$

keine ganzzahligen Lösungen hat. Es wird daher

$$4\, S_2' = \sum_{m = m_1^2 + s^2 + s'^2} (-1)^{\frac{s^2 + s'^2}{2}} \cdot f(m_1)$$

und hierin ist die Summe über alle Lösungen der angegebenen Gleichung zu erstrecken, für welche

$$s^2 + s''^2 > 0 \qquad s \equiv s'' \pmod 2. \tag{17}$$

Aus $s \equiv s'' \pmod 2$

folgt aber $2s^2 \equiv s^2 + s''^2 \pmod 4$

oder $s^2 \equiv \frac{s^2 + s''^2}{2} \equiv s \pmod 2$

und es wird daher

$$4 S_2' = \sum_{m = m_1^2 + s^2 + s''^2} (-1)^s \cdot f(m_1). \tag{18}$$

Nunmehr lässt sich leicht zeigen, dass die in (17) auftretende Bedingung

$$s \equiv s'' \pmod 2$$

unterdrückt werden darf. Ist nämlich

$$s + s'' \equiv 1 \pmod 2,$$

so liefert die Zerlegung

$$m = m_1^2 + s^2 + s''^2$$

in (18) viermal den Term $(-1)^s \cdot f(m_1)$. Ihr ist, weil s und s'' verschieden sind, ein-eindeutig die Zerlegung

$$m = m_1^2 + s''^2 + s^2$$

zugeordnet, welche in (18) den entgegengesetzt gleichen Term $(-1)^{s''} f(m_1)$ ebenso oft erzeugt. Die Summe aller dieser Glieder hat den Wert null und darf somit der Summe (18) beigefügt werden.

Aber auch die Bedingung

$$s^2 + s''^2 > 0$$

darf bei Seite gelassen werden, wenn m keine Quadratzahl ist, da in diesem Falle die Gleichung

$$m = m_1^2 + 0$$

keine Lösung besitzt. Ist aber m ein Quadrat, so entsteht für die Zerlegung $s = s' = 0$; $m_1 = +\sqrt{m}$ in (18) der Ausdruck

$$f(m_1) + f(-m_1) = 2 f(\sqrt{m}).$$

Man kann somit die Bedingungen (17) aufheben, wenn man auf der linken Seite von (18) noch den Ausdruck

$$\omega(m) \cdot 2 \cdot f(\sqrt{m})$$

addiert. Es wird dann

$$2\,\omega(m) \cdot f(\sqrt{m}) + 4\,S_2' = \sum (-1)^s f(m_1), \tag{19}$$

wo nun die Summe der rechten Seite über sämtliche Lösungen der Gleichung

$$m = m_1^2 + s^2 + s''^2$$

auszudehnen ist.

Die rechte Seite unserer Hauptformel (X ν) geht durch den Ansatz:

$$\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = (-1)^{\mu + \frac{\nu-1}{2}} f(\varkappa)$$

über in

$$R = \left\{ f(\sqrt{m})\,(-1)^{\sqrt{m}-1} \left[1 - 1 + 1 \cdots + (-1)^{\sqrt{m}-1} \right] \right\} \omega(m)$$

und wegen

$$\sqrt{m} = m \quad (2)$$

wird

$$4R = \left\{ 2 \cdot f(\sqrt{m})\,(-1)^{m-1} + 2 f(\sqrt{m}) \right\} \cdot \omega(m). \tag{20}$$

Die Liouville'sche Formel (X ν):

$$S_1' + S_2' = R$$

geht beim Einsetzen der Ausdrücke (18), (19) und (20) endlich über in die Beziehung:]

$$4 \sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \delta''} (-1)^{m' + \frac{\delta''-1}{2}} \cdot f\left(2^{\alpha''} d'' + m'\right) - \sum_{m = s^2 + s'^2 + s''^2} (-1)^s \cdot f(s') =$$

$$= \omega(m) \cdot 2 \cdot (-1)^{m-1} \cdot f(\sqrt{m}). \tag{XI ϱ}$$

Dies ist die Formel (ϱ) des 11. Artikels, aus welcher sich durch Spezialisierung der Funktion $f(\varkappa)$ weitere interessante Resultate mit Leichtigkeit ergeben, wie dies von Liouville im 11. Artikel teilweise gezeigt wird.

Wir schliessen diesen Paragraphen mit einigen weiterhin auch gültigen Bemerkungen über die in den Formeln auftretenden Funktionen. Dieselben sind im hohen Grade willkürlich. Sie brauchen durchwegs höchstens für das Gebiet der ganzen Zahlen definiert zu sein. Über ihr Verhalten für nicht ganzzahlige Argumente ist keine Voraussetzung gemacht worden. Natürlich können alle stetigen Funktionen angewendet werden, die sich bei Vorzeichenwechsel ihrer Argumente ändern, wie die Formel jeweilen vorschreibt. Man kann aber mit Vorteil auch unstetige Funktionen gebrauchen. So ergeben

sich bemerkenswerte Resultate, wenn man die gerade Funktion $f(x) = 1$ oder 0 setzt, je nachdem $|x|$ grösser oder kleiner ist, als eine gegebene positive Zahl a. Oder man setzt $f(x) = 1$ oder 0, je nachdem x durch eine vorgeschriebene Zahl p teilbar ist oder nicht. Eine weitere Klasse von Spezialformeln resultiert auch, wenn man geeignete Kombinationen trigonometrischer Funktionen einführt; mit Hülfe der Additionstheoreme können dann die Funktionen zusammengesetzter Argumente durch solche mit einfachen Argumenten ersetzt werden, wodurch die Formeln an Übersichtlichkeit gewinnen.

§ 2.

Die Hauptformel, welche in diesem Paragraphen abgeleitet werden soll, enthält wieder eine Funktion

$$\mathfrak{F}(x, \lambda, \mu, \nu)$$

von vier Veränderlichen, die aber nunmehr für alle zur Anwendung kommenden Argumentwerte die Bedingungsgleichungen

$$\left.\begin{array}{c} \mathfrak{F}(x,\lambda,\mu,\nu) = -\mathfrak{F}(-x,\lambda,\mu,\nu) = -\mathfrak{F}(x,-\lambda,\mu,\nu) = -\mathfrak{F}(x,\lambda,-\mu,-\nu) \\ \mathfrak{F}(x,0,\mu,\nu) = 0 \end{array}\right\} \quad (1)$$

erfüllt. Sie bezieht sich ferner auf die Zerlegungen einer positiven geraden oder ungeraden Zahl m nach der Gleichung

$$m = m_1^2 + m_2^2 + d_3 \cdot \delta_3 \quad (2)$$

worin d_3 und δ_3 positive, m_1 und m_2 irgendwelche ganze Zahlen bedeuten. δ_3 soll nur ungerade Werte annehmen.

Die über sämtliche Lösungen von (2) erstreckte Summe

$$S = \sum_{(2)} \mathfrak{F}(\delta_3 - 2m_2, d_3 + m_2 - m_1, d_3 + m_2 + m_1, \delta_3 + 2m_1) \quad (3)$$

kann, wenn sie überhaupt einen von null verschiedenen Wert hat, in eine viel einfachere umgeformt werden.

Man sieht zunächst, dass x und ν immer ungerade Zahlen sind, insbesondere also nie verschwinden. Wegen (1) darf auch λ als von null verschieden angenommen werden, während μ sehr wohl den Wert null haben kann.

Seien nun x, y, t feste, von null verschiedene Zahlen; z sei positiv, negativ oder null. Wenn die Zahlen x und t nicht beide ungerade sind, so tritt der Ausdruck

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t)$$

in der Summe (3) niemals auf. Wir setzen daher x und t als ungerade voraus.

Dann erscheint in S das Glied $\mathfrak{F}(x,y,z,t)$ so oft, als das Gleichungssystem

$$\left.\begin{aligned} x &= \delta_3 - 2m_2 \\ y &= d_3 + m_2 - m_1 \\ z &= d_3 + m_2 + m_1 \\ t &= \delta_3 + 2m_1 \end{aligned}\right\}$$

oder das damit äquivalente

$$\left.\begin{aligned} 2m_1 &= z - y \\ \delta_3 &= y - z + t \\ 2m_2 &= y - x - z + t \\ 2d_3 &= x + 2z - t \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

Lösungen besitzt, die den gestellten Bedingungen entsprechen, und der Gleichung (2) genügen. Diese geht vermöge der Gleichungen (4) über in

$$4m = 2(y^2 - z^2) + x^2 + 4z \cdot t - t^2 \tag{5}$$

und die Voraussetzungen

$$d_3 > 0 \qquad \delta_3 > 0 \qquad \delta_3 = 1 \quad (2)$$

sind erfüllt, wenn die Lösungen der Gleichung (5) den Bedingungen

$$\left.\begin{aligned} x + 2z - t &> 0 \\ y - z + t &> 0 \\ y - z + t &= 1 \quad (2) \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

genügen. Jeder solchen Lösung entspricht vermöge (4) eine Zerlegung (2) der Zahl m, welche in S den Term

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t)$$

erzeugt.

Wenn die Gleichung (5) überhaupt eine Lösung hat, so besitzt sie auch immer eine solche, in welcher x, y und t positive Werte

$$X, Y \text{ resp. } T$$

besitzen. Durch Ändern der Vorzeichen ergibt sich aus einer solchen das System der acht Lösungen

1) X, Y, z, T; 2) $-X, Y, -z, -T$; 3) $X, -Y, -z, -T$; 4) $-X, -Y, z, T$
5) $X, Y, -z, -T$; 6) $-X, Y, z, T$; 7) $X, -Y, z, T$; 8) $-X, -Y, -z, -T$.

Sie sind alle von einander verschieden, und das Bedingungssystem (6) nimmt für sie der Reihe nach die Form an:

$$\left.\begin{array}{l} X+2z-T>0 \\ Y-z+T>0 \\ Y-z+T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_1)_+ \qquad \left.\begin{array}{l} -X-2z+T>0 \\ Y+z-T>0 \\ Y+z-T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_2)_+$$

$$\left.\begin{array}{l} X-2z+T>0 \\ -Y+z-T>0 \\ -Y+z-T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_3)_+ \qquad \left.\begin{array}{l} -X+2z-T>0 \\ -Y-z+T>0 \\ -Y-z+T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_4)_+$$

$$\left.\begin{array}{l} X-2z+T>0 \\ Y+z-T>0 \\ Y+z-T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_5)_- \qquad \left.\begin{array}{l} -X+2z-T>0 \\ Y-z+T>0 \\ Y-z+T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_6)_-$$

$$\left.\begin{array}{l} X+2z-T>0 \\ -Y-z+T>0 \\ -Y-z+T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_7)_- \qquad \left.\begin{array}{l} -X-2z+T>0 \\ -Y+z-T>0 \\ -Y+z-T=1\,(2) \end{array}\right\}(\alpha_8)_-.$$

Jeder Lösung (α_1) bis (α_8) korrespondiert wegen (1) in S das Glied

$$+\mathfrak{F}(X, Y, z, T),$$

und zwar tritt für die Systeme $\alpha_1 \ldots \alpha_4$ das Pluszeichen, für (α_5) bis (α_8) das Minuszeichen auf, was jeweilen am Fuss der Klammer angedeutet worden ist. Wenn aber die Bedingungen (α_3), (α_4), (α_7) resp. (α_8) erfüllt sind, sind es auch die Bedingungen (α_5), (α_6), (α_1) resp. (α_2). Eine Lösung, die gleichzeitig 2 solchen Systemen genügt, erzeugt aber in der Summe S den Term $\mathfrak{F}(X, Y, z, T)$ zwei mal und mit verschiedenen Vorzeichen, und darf sonach unberücksichtigt bleiben. Entfernt man sämtliche derartige Lösungen aus den obenstehenden Systemen, so gehen sie über in die folgenden:

$$\left.\begin{array}{l} X+2z-T>0 \\ Y-z+T>0 \\ Y-z+T=1\,(2) \\ Y+z-T>0 \end{array}\right\}(\alpha_1')_+ \qquad \left.\begin{array}{l} -X-2z+T>0 \\ Y+z-T>0 \\ Y+z-T=1\,(2) \\ Y-z+T>0 \end{array}\right\}(\alpha_2')_+$$

$$\left.\begin{array}{l} X-2z+T>0 \\ Y+z-T>0 \\ Y+z-T=1\,(2) \\ Y-z+T>0 \end{array}\right\}(\alpha_3')_- \qquad \left.\begin{array}{l} -X+2z-T>0 \\ Y-z+T>0 \\ Y-z+T=1\,(2) \\ Y-z-T>0 \end{array}\right\}(\alpha_4')_-.$$

Die beiden ersten erzeugen den Term

$$\mathfrak{F}(X, Y, z, T)$$

mit dem positiven, die beiden letzten mit dem negativen Vorzeichen. Da die linken Seiten der letzten Ungleichungen in allen 4 Systemen ungerade Zahlen sind, so darf dort das Gleichheitszeichen weggelassen werden.

Nunmehr tritt eine weitere Reduktion in Evidenz. Wenn die Bedingungen (α_2') resp. (α_6') erfüllt sind, so sind es um so mehr die Bedingungen (α_5') resp. (α_1'). Wie vorhin zerstören sich die solchen Lösungen der Gleichung (5) entsprechenden Glieder in S des verschiedenen Vorzeichens wegen paarweise, und es bleiben von (5) nur noch diejenigen Lösungen zu betrachten, für welche eines der Bedingungssysteme

$$\left.\begin{array}{l} X+2z-T>0 \\ Y-z+T>0 \\ Y-z+T=1\,(2) \\ Y+z-T>0 \\ X-2z+T\geqq 0 \end{array}\right\}(\alpha_1'')_+ \qquad \left.\begin{array}{l} +X-2z+T>0 \\ Y+z-T>0 \\ Y+z-T=1\,(2) \\ Y-z+T>0 \\ X+2z-T\geqq 0 \end{array}\right\}(\alpha_5'')_-$$

befriedigt wird. Wenn aber in der letzten Ungleichung nicht das Gleichheitszeichen gilt, so sind diese beiden Systeme immer gleichzeitig erfüllt, und jede solche Lösung liefert an S keinen von null verschiedenen Beitrag. Man braucht also nur die Lösungen von (5) zu berücksichtigen, für welche entweder

$$X-2z+T=0$$

oder $$X+2z-T=0 \qquad \text{ist.}$$

In beiden Fällen nimmt jene dann die Form an:

$$2m=y^2+z^2. \tag{5'}$$

Wenn die Zahl $2m$ keine Darstellung als Summe von 2 Quadratzahlen gestattet, so hat (5') keine Lösung, und der Wert der Summe S ist gleich null. Im andern Falle geht die Gleichung (5') vermöge der Beziehungen

$$y=d_3+m_2-m_1$$
$$z=d_3+m_2+m_1$$

und der Gleichung (2) über in

$$d_3\,(d_3-\delta_3+2m_2)=0$$

woraus, da $d_3>0$, die Relation

$$d_3=\delta_3-2m_2=x \qquad \text{hervorgeht.} \tag{7}$$

Hieraus folgt, dass x nur positive Werte annimmt. Setzen wir daher

$$\left.\begin{aligned} d_3 + \delta_3 &= 2a \\ \delta_3 &= 2s + 1 \\ m_1 &= b \end{aligned}\right\} \tag{7'}$$

so sind a, b und s ganze Zahlen, für die die Ungleichungen

$$\left.\begin{aligned} 0 < 2s + 1 < 2a \\ a > 0 \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

gelten. Aus den Gleichungen (7), (7') folgt aber:

$$\left.\begin{aligned} x &= d_3 = 2a - 2s - 1 \\ y &= d_3 + m_2 - m_1 = a - b \\ z &= d_3 + m_2 + m_1 = a + b \\ t &= \delta_3 + 2m_1 = 2b + 2s + 1 \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

und dann geht (5') über in

$$m = a^2 + b^2. \tag{5''}$$

Die Summe S endlich erscheint nun in der Gestalt

$$S = \sum_{m = a^2 + b^2} \mathfrak{F}(2a - 2s - 1,\ a - b,\ a + b,\ 2b + 2s + 1)$$

wo über alle mit (8) verträglichen Lösungen der Gleichung (5'') zu addieren ist.

Hat letztere gar keine Lösung, was z. B. immer der Fall ist, wenn

$$m \equiv 3 \pmod 4,$$

so ist der Summe der Wert null beizulegen. Unter dieser Festsetzung erhält man die für jedes m gültige Gleichung:

$$\begin{aligned} &\sum_{m = m_1^2 + m_2^2 + d_3\delta_3} \mathfrak{F}(\delta_3 - 2m_2,\ d_3 + m_2 - m_1,\ d_3 + m_2 + m_1,\ \delta_3 + 2m_1) = \\ &\qquad = \sum_{s=0}^{a-1} \sum_{m = a^2 + b^2} \mathfrak{F}(2a - 2s - 1,\ a - b,\ a + b,\ 2b + 2s + 1). \end{aligned} \tag{XVI 3}$$

Sie bildet das Hauptresultat des 16. Artikels der «formules générales».

Wenn man an Stelle der Funktion $\mathfrak{F}(x, y, z, t)$ die bezüglich jeder Variablen ungerade Funktion

$$F(x, y, z)$$

einführt, was mit den Forderungen (1) verträglich ist, so geht aus der Hauptformel die Formel (1) desselben Artikels hervor:

---

[1]) Journ. de math. 2e sér., T. 9, p. 389.

$$\sum_{m = m_1^2 + m_2^2 + d_3 \delta_3} F(\delta_3 - 2 m_2, d_3 + m_2 - m_1, d_3 + m_2 + m_1) =$$
$$= \sum_{\substack{s=0 \\ m = a^2 + b^2}}^{a-1} F(2a - 2s - 1, a - b, a + b). \qquad \text{(XVI 1)}$$

Da hier das 1. Argument nur ungerade Werte annimmt, so ist die weitere Spezialisierung

$$F(x, y, z) = (-1)^{\frac{x-1}{2}} F(y, z)$$

gestattet. Die rechte Seite der Formel (1) wird dann

$$\sum_{s=0}^{a-1} (-1)^{a-s-1} F(a - b, a + b) =$$
$$= \sum_{m = a^2 + b^2} F(a - b, a + b) \left[(-1)^{a-1} + (-1)^{a-2} + \cdot + (-1)^0\right]$$

und es verschwindet somit jedes Glied, welches für gerade Werte von a auftritt. Man erhält also die Gleichung

$$\sum_{m = m_1^2 + m_2^2 + d_3 \delta_3} (-1)^{\frac{\delta_3 - 1}{2} + m_2} \cdot F(d_3 + m_2 - m_1, d_3 + m_2 + m_1) =$$
$$= \sum_{m = a^2 + b^2} F(a - b, a + b) \qquad \text{(XVI 4)}$$

wobei rechts nur über diejenigen Lösungen der Gleichung

$$m = a^2 + b^2$$

zu summieren ist, in denen a eine positive ungerade Zahl bedeutet. Dies ist die Formel (4) des Artikels (16).

Setzt man in der Hauptformel (3)

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = F(x, y, t),$$

wo wieder F eine bezgl. aller Argumente ungerade Funktion sein muss, so ergibt sich die Relation (2) desselben Artikels:

$$\sum_{m = m_1^2 + m_2^2 + d_3 \delta_3} \mathfrak{F}(\delta_3 - 2 m_2, d_3 + m_2 - m_1, \delta_3 + 2 m_1) =$$
$$= \sum_{\substack{s=0 \\ m = a^2 + b^2}}^{a-1} F(2a - 2s - 1, a - b, 2s + 2b + 1) \qquad \text{(XVI 2)}$$

Da hier die beiden äussern Argumente ungerade sind, darf die Funktion $F(x, y, t)$ weiter spezialisiert werden nach der Gleichung

$$F(x, y, t) = (-1)^{\frac{t-x}{2}} \cdot F(y),$$

worin $F(y)$ wieder ungerade Funktion ist. Die Formel (2) geht dann nach einigen Reduktionen über in die am Schluss des 16. Artikels von Liouville angegebene Gleichung (5):

$$\sum_{m = m_1^2 + m_2^2 + d_3 \delta_3} (-1)^{m_1 + m_2} \cdot F(d_3 + m_2 - m_1) = (-1)^m \cdot \sum_{m = a^2 + b^2} a F(b-a). \quad \text{(XVI 5)}$$

womit sämtliche Formeln des genannten Artikels erschöpft sind.

§ 3.

Die in diesem Abschnitt herzuleitende Formel steht mit der vorigen im engen Zusammenhang, und die Beweisführung geht derjenigen des § 2 genau parallel.

Es tritt in ihr eine für alle zur Anwendung kommende Argumentwerte definierte Funktion auf, welche den Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \vartheta(\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = -\vartheta(-\varkappa, \lambda, \mu, \nu) = -\vartheta(\varkappa, -\lambda, \mu, \nu) = -\vartheta(\varkappa, \lambda, -\mu, -\nu) \\ \vartheta(0, \lambda, \mu, \nu) = \vartheta(\varkappa, 0, \mu, \nu) = \vartheta(\varkappa, \lambda, 0, 0) = 0 \end{aligned}\right| \quad (1)$$

genügt.

Die Formel bezieht sich auf die Zerlegungen einer positiven ungeraden Zahl m nach der Gleichung

$$m = m_1^2 + 4 m_2^2 + 2^{\alpha_3 + 1} \cdot d_3 \cdot \delta_3. \quad (2)$$

m_2 ist hiebei eine beliebige, m_1 eine ungerade Zahl. d_3 und δ_3 sind positiv und ungerade, und der Exponent α_3 ist grösser oder gleich null.

Die über alle Lösungen von (2) erstreckte Summe

$$S = \sum_{(2)}{}' \vartheta(2^{\alpha_3} \delta_3 - 2 m_2, d_3 + 2 m_2 - m_1, d_3 + 2 m_2 + m_1, 2^{\alpha_3} \delta_3 + m_1) \quad (3)$$

soll ausgewertet werden.

Wegen (1) darf man voraussetzen, dass in der Summe S nur solche Glieder auftreten, in denen die beiden ersten Argumente, und von den zwei übrigen wenigstens das eine von null verschieden sind. Ferner sind die beiden innern Argumente immer gerade Zahlen, sodass ϑ in S nur in der Form

$$\vartheta(\varkappa, 2\lambda', 2\mu', \nu)$$

auftritt.

Sind x und y zwei von null verschiedene, z und t zwei nicht gleichzeitig verschwindende ganze Zahlen, so tritt

$$\vartheta(x, 2y, 2z, t)$$

in der Summe (3) so oft auf, als das Gleichungssystem

$$\left.\begin{aligned} 2^{a_3}\delta_3 - 2m_2 &= x \\ d_3 + 2m_2 - m_1 &= 2y \\ d_3 + 2m_2 + m_1 &= 2z \\ 2^{a_3}\delta_3 + m_1 &= t \end{aligned}\right\}$$

oder das damit gleichwertige:

$$\left.\begin{aligned} m_1 &= z - y \\ 2^{a_3}\delta_3 &= y - z + t \\ 2m_2 &= y - x - z + t \\ d_3 &= x + 2z - t \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Lösungen besitzt, welche die gestellten Anforderungen befriedigen. Diese Lösungen entsprechen aber eindeutig umkehrbar den Lösungen der Gleichung

$$m = x^2 + 2y^2 - 2z^2 + 4zt - t^2, \qquad (5)$$

für welche die Bedingungen

$$\left.\begin{aligned} y + z &\equiv 1 \pmod 2 \\ x + y &\equiv 1 \pmod 2 \\ y - z + t &> 0 \\ x + 2z - t &> 0 \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

erfüllt sind. Wie im vorigen § gezeigt wurde, zerfallen aber alle Wertesysteme (x, y, z, t), die (5) erfüllen, in Gruppen von je 8 verschiedenen, die wir, wenn X und Y die absoluten Werte von x und y bedeuten, in der Form angeben können:

1) X, Y, z, t 2) $-X, Y, -z, -t$ 3) $X, -Y, -z, -t$ 4) $-X, -Y, z, t$
5) $X, Y, -z, -t$ 6) $-X, Y, z, t$ 7) $X, -Y, z, t$ 8) $-X, -Y, -z, -t$.

Die 2 ersten Bedingungen (6) gehen für alle Lösungen über in

$$\left.\begin{aligned} X + t &\equiv 1 \,(2) \\ Y + z &\equiv 1 \,(2) \end{aligned}\right\}, \qquad (\alpha)$$

die übrigen werden der Reihe nach zu:

$$\left.\begin{aligned} Y - z + t &> 0 \\ X + 2z - t &> 0 \end{aligned}\right\}_{+} (\alpha_1) \qquad \left.\begin{aligned} Y + z - t &> 0 \\ -X - 2z + t &> 0 \end{aligned}\right\}_{+} (\alpha_2)$$

$$\left.\begin{aligned} -Y + z - t &> 0 \\ X - 2z + t &> 0 \end{aligned}\right\}_{+} (\alpha_3) \qquad \left.\begin{aligned} -Y - z + t &> 0 \\ -X + 2z - t &> 0 \end{aligned}\right\}_{+} (\alpha_4)$$

$$\left.\begin{aligned} Y + z - t &> 0 \\ X - 2z + t &> 0 \end{aligned}\right\}_{-} (\alpha_5) \qquad \left.\begin{aligned} Y - z + t &> 0 \\ -X + 2z - t &> 0 \end{aligned}\right\}_{-} (\alpha_6)$$

$$\left.\begin{aligned} -Y - z + t &> 0 \\ X + 2z - t &> 0 \end{aligned}\right\}_{-} (\alpha_7) \qquad \left.\begin{aligned} -Y + z - t &> 0 \\ -X - 2z + t &> 0 \end{aligned}\right\}_{-} (\alpha_8)$$

Alle 8 Lösungen erzeugen in der Summe S den Term

$$\pm \mathfrak{F}(X, 2Y, 2z, t),$$

die ersten vier mit dem Plus-, die letzten vier mit dem Minuszeichen. Die Bedingungen (α_1), (α_2), (α_5), (α_6) sind gleichzeitig mit den resp. Bedingungen (α_7), (α_8), (α_3) und (α_4) erfüllt. Die 2 Systemen gleichzeitig korrespondierenden Glieder in S zerstören sich wie im vorigen Paragraphen. Die acht Bedingungssysteme reduzieren sich auf die vier folgenden:

$$\left.\begin{array}{l} Y - z + t > 0 \\ X + 2z - t > 0 \\ Y + z - t \geqq 0 \end{array}\right\}_{+} (\alpha_1') \qquad \left.\begin{array}{l} Y + z - t > 0 \\ -X - 2z + t > 0 \\ Y - z + t \geqq 0 \end{array}\right\}_{+} (\alpha_2')$$

$$\left.\begin{array}{l} Y + z - t > 0 \\ X - 2z + t > 0 \\ Y - z + t \geqq 0 \end{array}\right\}_{-} (\alpha_5') \qquad \left.\begin{array}{l} Y - z + t > 0 \\ -X + 2z - t > 0 \\ Y + z - t \geqq 0 \end{array}\right\}_{-} (\alpha_6')$$

wozu in allen Fällen noch die Bedingungen (α) treten. Die Bedingungen (α_2') sind in (α_5'), die Bedingungen (α_6') in (α_1') enthalten, und es tritt in genauer Analogie zum § 2 die weitere Reduktion auf die 2 Systeme ein:

$$\left.\begin{array}{l} Y - z + t > 0 \\ X + 2z - t > 0 \\ Y + z - t > 0 \\ X + t - 2z > 0 \end{array}\right\}_{+} (\alpha_1'') \qquad \left.\begin{array}{l} Y + z - t > 0 \\ X - 2z + t > 0 \\ Y - z + t > 0 \\ X + 2z - t > 0 \end{array}\right\}_{-} (\alpha_5'').$$

Wegen der 1. Bedingung von (α) ist die linke Seite der letzten Ungleichung bei beiden Systemen eine ungerade Zahl, also sicher von null verschieden. Mit Ausnahme der Fälle, wo in den dritten Ungleichungen der Systeme (α_1'') und (α_5'') die Gleichheitszeichen auftreten, sind beide Bedingungssysteme identisch, und erzeugen daher Summen, die sich entgegengesetzt gleich sind, und deren Gesamtbeitrag an S daher null ist. Ist aber

$$z = t + Y,$$

so geht die Gleichung (5) über in

$$m = X^2 + t^2 = x^2 + t^2. \tag{5'}$$

Vermöge der Gleichungen (2) und (4) wird hieraus

$$2^{\alpha_3} \delta_3 \left(2^{\alpha_3} \delta_3 - d_3 - 2m_2 + m_1\right) = 0$$

oder

$$2^{a_3}\delta_3 - d_3 = 2m_2 - m_1$$
$$x = 2^{a_3}\delta_3 - 2m_2 = d_3 - m_1. \tag{7}$$

Setzt man nun

$$\left.\begin{aligned} 2^{a_3}\delta_3 + d_3 &= \alpha \\ d_3 &= 2s+1 \\ 2m_2 + m_1 &= \beta \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

so wird

$$\left.\begin{aligned} x &= \tfrac{1}{2}(\alpha - \beta) \\ 2y &= \alpha - 2s - 1 \\ 2z &= \beta + 2s + 1 \\ t &= \tfrac{1}{2}(\alpha + \beta) \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

α und β sind dann ungerade Zahlen, die wegen (5') der Gleichung

$$2m = \alpha^2 + \beta^2 \tag{5''}$$

genügen. Die Gleichungen (7) und (8) zeigen, dass s, α und β den Beschränkungen

$$\left.\begin{aligned} &0 < 2s+1 < \alpha \\ &\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta) > 1 \quad (2) \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

unterworfen sind. Durch die zweite dieser Bedingungen wird das Vorzeichen, das man der Zahl β in (5'') beizulegen hat, eindeutig bestimmt.

Die Summe S geht bei dieser Transformation über in die über alle Lösungen von (5'') zu erstreckende Summe

$$S = \sum \mathfrak{F}\left(\tfrac{\alpha-\beta}{2}, \alpha - 2s - 1, \beta + 2s + 1, \tfrac{\alpha+\beta}{2}\right)$$

wobei α, β und s den Bedingungen (10) genügen müssen. Setzt man noch fest, dass der Summe der Wert null beizulegen ist, wenn gar keine Lösung (5'') möglich ist, so erhält man die Relation:

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2^{a_3} d_3 \delta_3} \mathfrak{F}\left(2^{a_3}\delta_3 - 2m_2, d_3 + 2m_2 - m_1, d_3 + 2m_2 + m_1, 2^{a_3}\delta_3 + m_1\right) =$$
$$= \sum_{\substack{s=0 \\ 2m = \alpha^2 + \beta^2}}^{s < \frac{\alpha-1}{2}} \mathfrak{F}\left(\tfrac{\alpha-\beta}{2}, \alpha - 2s - 1, \beta + 2s + 1, \tfrac{\alpha+\beta}{2}\right). \tag{XV 3}$$

Dies ist die Formel (3) des Artikels 15 [1]).

Ist F wieder eine bezüglich aller Argumente ungerade Funktion, so liefern die Ansätze

[1]) Journal de mat., sér. 2, T. 9, pg. 321.

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = F(x, y, z)$$

resp.

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = F(x, y, t)$$

die zwei speziellen Beziehungen:

$$\sum_{(2)} F\left(2^{d_3}\delta_3 - 2m_2,\ d_3 + 2m_2 - m_1,\ d_3 + 2m_2 + m_1\right) = \sum_{s=0}^{s<\frac{\alpha-1}{2}} F\left(\frac{\alpha-\beta}{2},\ \alpha - 2s - 1,\ \beta + 2s + 1\right) \tag{XV 1}$$

$$\sum F\left(2^{\alpha_3}\delta_3 - 2m_2,\ d_3 + 2m_2 - m_1,\ 2^{\alpha_3}\delta_3 + m_1\right) = \sum_{s=0}^{s<\frac{\alpha-1}{2}} F\left(\frac{\alpha-\beta}{2},\ \alpha - 2s - 1,\ \frac{\alpha+\beta}{2}\right), \tag{XV 2}$$

welche im 15. Artikel unter (1) und (2) angegeben sind[1]).

Wenn die der Formel (3) zu Grunde liegende Zahl m von der Form $4\mu + 3$ ist, so hat die Gleichung (5″) keine Lösung, und da in diesem Fall der Exponent α_3 der Gleichung

$$m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2^{\alpha_3+1} \cdot d_3 \cdot \delta_3$$

den Wert null hat, nimmt die Gleichung (XV 3) die folgende Gestalt an:

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} \mathfrak{F}(\delta_3 - 2m_2,\ d_3 + 2m_2 - m_1,\ d_3 + 2m_2 + m_1,\ \delta_3 + m_1) = 0. \tag{XIV C}$$

Dies ist die Formel (C) des 14. Artikels[2]).

Der spezielle Ansatz

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = F(x, y, z),$$

wo F bezüglich aller Variablen ungerade Funktion ist, liefert die Formel (A) des Artikels 13:

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} F(\delta_3 - 2m_2,\ d_3 + 2m_2 - m_1,\ d_3 + 2m_2 + m_1) = 0. \tag{XIII A}$$

Setzt man hier, da das erste Argument ungerade ist

$$F(x, y, z) = (-1)^{\frac{x-1}{2}} \cdot F(y, z),$$

so ergibt sich die Formel (A_1) des Artikels 13[3]):

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} (-1)^{\frac{\delta_3-1}{2} + m_2} \cdot F(d_3 + 2m_2 - m_1,\ d_3 + 2m_2 + m_1) = 0. \tag{XIII A_1}$$

---

[1]) Journ. de math., sér. 2, T. 9, pg. 321.
[2]) Journ. de math., sér. 2, T. 9, pg. 281.
[3]) Journ. de math., sér. 2, T. 9, pg. 249.

Die zwei letzten Argumente der Funktion $F(x, y, z)$ in (A) sind gerade. Bedeutet $\Phi(x, u)$ eine für alle zur Anwendung kommenden Argumente definierte und den Gleichungen

$$\Phi(x, u) = -\Phi(-x, u) = \Phi(x, -u)$$

genügende Funktion, so hat der Ausdruck

$$\Phi\left(x, \frac{y+z}{2}\right) - \Phi\left(x, \frac{y-z}{2}\right)$$

ganzzahlige Argumente, und ist sowohl bezüglich x, als bezüglich y und z eine ungerade Funktion. Setzt man ihn für $F(x, y, z)$ in die Formel (A) ein, so ergibt sich die unter (A_2) im XIII. Artikel gegebene Beziehung

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} \left[\Phi(\delta_3 - 2m_2, d_3 + 2m_2) - \Phi(\delta_3 - 2m_2, m_1)\right] = 0. \qquad \text{(XIII } A_2\text{)}$$

Setzt man hier endlich noch

$$\Phi(x, u) = (-1)^{\frac{x-1}{2}} \cdot f(u),$$

wo $f(u)$ eine gerade Funktion sein muss, so erhält man die Relation (A_3) desselben Artikels:

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2} + m_1} \cdot \left[f(d_3 + 2m_1) - f(m_1)\right] = 0. \qquad \text{(XIII } A_3\text{)}$$

Endlich resultiert aus der Formel XIV (C) durch die Spezialisierung

$$\mathfrak{F}(x, y, z, t) = F(x, y, t),$$

wo F bezüglich x, y und t ungerade sein muss, die Formel (B) desselben Artikels:

$$\sum_{m = m_1^2 + 4m_2^2 + 2d_3\delta_3} F(\delta_3 - 2m_2, d_3 + 2m_2 - m_1, \delta_3 + m_1) = 0. \qquad \text{(XIV B)}$$

Hiemit sind alle im 13., 14. und 15. Artikel angegebenen Beziehungen abgeleitet.

§ 4.

Die Hauptgleichung dieses Abschnittes enthält eine für alle verwendeten Argumente definierte Funktion

$$F(\lambda, \mu, \nu),$$

welche den Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} F(\lambda, \mu, \nu) = -F(-\lambda, \mu, \nu) = -F(\lambda, -\mu, \nu) = -F(\lambda, \mu, -\nu \\ F(0, \mu, \nu) = F(\lambda, 0, \nu) = F(\lambda, \mu, 0) = 0 \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

genügt. Sie bezieht sich ferner auf die Zerlegungen einer positiven, geraden oder ungeraden Zahl m nach der Gleichung

$$m = m'^2 + d'' \cdot \delta''. \quad (2)$$

m' ist irgend eine ganze Zahl; d'' und δ'' sind ausschliesslich positiv. Die über sämtliche Lösungen von (2) erstreckte Summe

$$S = \sum_{m = m'^2 + d''\delta''} F(d'' + m', \delta'' - 2m', 2d'' + 2m' - \delta'') \quad (3)$$

soll ausgewertet werden.

Nach (1) dürfen alle Argumente als von null verschieden vorausgesetzt werden. Sind aber x, y, z drei nicht verschwindende Zahlen, so tritt

$$F(x, y, z)$$

in (3) jedesmal dann auf, wenn die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} d'' + m' &= x \\ \delta'' - 2m' &= y \\ 2d'' + 2m' - \delta'' &= z \\ m &= m'^2 + d''\delta'' \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

eine Lösung haben. Aus ihnen folgt

$$\left.\begin{aligned} 2d'' &= y + z \\ \delta'' &= 2x - z \\ 2m' &= 2x - y - z \\ 4m &= 4x^2 + y^2 - z^2 \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

und es entsprechen daher die Lösungen (4) eindeutig und umkehrbar denjenigen der Gleichung

$$4m = 4x^2 + y^2 - z^2, \quad (5')$$

für welche

$$\left.\begin{aligned} y + z > 0 \\ 2x - z > 0 \end{aligned}\right\} \quad \text{ist.} \quad (\alpha)$$

Wenn (X, Y, Z) eine Lösung von (5') ist, so ist auch $(\varepsilon_1 X, \varepsilon_2 Y, \varepsilon_3 Z)$ eine solche, sobald die ε den Wert ± 1 haben. Von diesen acht Lösungen erfüllen höchstens vier die Bedingungen (α), und wenn wir die Zahlen X, Y, Z als positiv voraus setzen, sind es die vier Lösungen

1) X, Y, Z; 2) $-X, Y, -Z$; 3) $X, -Y, Z$; 4) $X, Y, -Z$.

Die Bedingungen (α) werden der Reihe nach zu:

$$\left.\begin{matrix} Y+Z>0 \\ 2X-Z>0 \end{matrix}\right\}_{+}^{(\alpha_1)} \qquad \left.\begin{matrix} Y-Z>0 \\ -2X+Z>0 \end{matrix}\right\}_{+}^{(\alpha_2)} \qquad \left.\begin{matrix} -Y+Z>0 \\ 2X-Z>0 \end{matrix}\right\}_{-}^{(\alpha_3)}$$

$$\left.\begin{matrix} Y-Z>0 \\ 2X+Z>0 \end{matrix}\right\}_{-}^{(\alpha_4)}$$

und alle Lösungen $(\alpha_1) \ldots (\alpha_4)$ erzeugen in der Summe S den Term

$$\pm F(X, Y, Z).$$

Es ist leicht zu sehen, dass in den Fällen (α_1) und (α_2) das positive, in den Fällen (α_3) und (α_4) das negative Zeichen zu wählen ist.

Wenn die Systeme (α_3) resp. (α_2) erfüllt sind, sind es um so mehr die Ungleichungen (α_1) resp. (α_4); eine zwei solchen Systemen gleichzeitig angehörende Lösung erzeugt aber in S zwei sich zerstörende Glieder, und kann weggelassen werden. Die Bedingungen (α_1) bis (α_4) reduzieren sich daher auf die folgenden:

$$\left.\begin{matrix} 2X-Z>0 \\ Y-Z\geq 0 \end{matrix}\right\}_{+}^{(\alpha_1')} \qquad \left.\begin{matrix} Y-Z>0 \\ 2X-Z\geq 0 \end{matrix}\right\}_{-}^{(\alpha_4')}.$$

Wenn kein Gleichheitszeichen auftritt, so sind aber auch diese zwei Bedingungssysteme gleichzeitig erfüllt oder nicht, und alle derartigen Lösungen von (5′) liefern an S den Beitrag null.

Wenn dagegen in (α_1')

$$Y = Z$$

ist, so geht (5′) über in

$$m = x^2 = X^2. \tag{5''}$$

Dieser Fall tritt nur ein, wenn m eine Quadratzahl, also $\omega(m) = 1$ ist. Die korrespondierenden Lösungen liefern wegen der Bedingung

$$2X - Z > 0$$

die Summe

$$S_1 = +\sum_{s=1}^{2\backslash m-1} F(\sqrt{m}, s, s) \cdot \omega(m). \tag{6}$$

Ist endlich in (α_4')

$$2X = Z,$$

so wird die Gleichung (5′) zu:

$$4m = y^2 = Y^2 \tag{5'''}$$

und wegen der Einschränkung

$$Y - Z > 0$$

tritt nun die Summe

$$S_2 = -\omega(m)\sum_{t=1}^{\sqrt{m}-1} F(t, 2\sqrt{m}, 2t) \tag{7}$$

in S auf. Da hiemit alle von null verschiedenen Glieder von S aufgezählt sind, ergibt sich die Gleichung

$$S = S_1 + S_2$$

oder

$$\sum_{m = m'^2 + d''\delta''} F(d'' + m', \delta'' - 2m', 2d'' + 2m' - \delta'') =$$
$$= \omega(m)\left\{\sum_{s=1}^{2\sqrt{m}-1} F(\sqrt{m}, s, s) - \sum_{t=1}^{\sqrt{m}-1} F(t, 2\sqrt{m}, 2t)\right\}. \tag{XII φ}$$

Dies ist die Formel (φ) des 12. Artikels.

Man erhält daraus eine weitere Beziehung, wenn man die Funktion

$$F(x, y, z)$$

gleich null definiert, sobald z eine gerade Zahl ist, d. h. wenn man aus beiden Seiten der Gleichung (φ) nur die Glieder mit ungeradem letztem Argument heraushebt. Dann hat δ'' für alle nicht verschwindenden Glieder nur ungerade Werte. Setzt man ferner statt d'' den Ausdruck $2^{\alpha''} d''$, indem man die höchste Potenz von 2 extrahiert, und unter dem neuen d'' nur ungerade Zahlen versteht, so tritt an Stelle der Gleichung (2) die neue Zerlegung

$$m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \cdot \delta'' = m'^2 + m''$$

der Exponent α'' ist irgend eine nicht negative ganze Zahl. Die neue Formel, die sich auf die Lösungen dieser Gleichung bezieht, lautet dann:

$$\sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d''\delta''} \cdot F(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m', 2^{\alpha''+1} d'' + 2m' - \delta'') =$$
$$= \omega(m) \cdot \sum_{s=1,3,..}^{2\sqrt{m}-1} F(\sqrt{m}, s, s). \tag{XII ν}$$

Die Zahl s ist auf ungerade Werte beschränkt; die in (φ) auftretende zweite Summe rechter Hand verschwindet.

Dies ist die Gleichung (ν) des 12. Artikels. Weil hierin die beiden letzten Argumente der Funktion $F(x, y, z)$ ungerade Zahlen sind, so ist die Spezialisierung

$$F(x, y, z) = (-1)^{\frac{y-1}{2} + \frac{z+1}{2}} \cdot \Phi(x, z) = (-1)^{\frac{y+z}{2}} \Phi(x, z)$$

erlaubt, sobald $\Phi(x, z)$ für alle zur Anwendung kommenden Argumentwerte den Gleichungen

$$\Phi(x, y) = -\Phi(-x, y) = +\Phi(x, -y);\ \Phi(0, y) = 0$$

genügt. Unter dieser Voraussetzung, und mit Beachtung der Kongruenz

$$\frac{1}{2}(y+z) = 2^{\alpha''} d'' \equiv m'' \pmod 2$$

geht dann die Formel (ν) über in die im 8. Artikel von Liouville notierte Gleichung (γ):

$$\sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \delta''} (-1)^{m''-1} \cdot \Phi(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m') = \omega(m) \cdot \sum_{s=1,3,..}^{2\sqrt{m}-1} \Phi(\sqrt{m}, s). \quad \text{(VIII } \gamma\text{)}$$

Reduziert man noch die Funktion $\Phi(x, y)$ auf eine ungerade Funktion $F(x)$ ihres ersten Arguments, so ergibt sich die Formel (β) des 7. Artikels in der Form:

$$\sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \delta''} (-1)^{m''-1} \cdot F(2^{\alpha''} d'' + m') = \omega(m) \cdot \sqrt{m} \cdot F(\sqrt{m}). \quad \text{(VII } \beta\text{)}$$

Wenn in der Formel (γ)

$$\Phi(x, y) = x \cdot f(x, y)$$

gesetzt wird, wo $f(x, y)$ wie gewöhnlich eine gerade Funktion beider Variablen bedeutet, so erhält man die Relation (δ) des 8. Artikels:

$$\sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \delta''} (-1)^{m''-1} \cdot (2^{\alpha''} \cdot d'' + m') f(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m') = \omega(m) \cdot \sum_{s=1,3,..}^{2\sqrt{m}-1} \sqrt{m} \cdot f(\sqrt{m}, s). \quad \text{(VIII } \delta\text{)}$$

Endlich liefert noch der Ansatz

$$\Phi(x, y) = (-1)^{\frac{y-1}{2}} \cdot F(x, y)$$

in dem $F(x, y)$ eine bezügliche beider Argumente ungerade Funktion ist, aus der Formel (γ) die Gleichung (ε) desselben Artikels:

$$\sum_{m = m'^2 + 2^{\alpha''} d'' \delta''} (-1)^{\frac{\delta''-1}{2}} \cdot F(2^{\alpha''} d'' + m', \delta'' - 2m') = \omega(m) (-1)^{m-1} \cdot \sum_{s=1,3,..}^{2\sqrt{m}-1} (-1)^{\frac{s-1}{2}} F(\sqrt{m}, s). \quad \text{(VIII } \varepsilon\text{)}$$

Hiebei ist noch von der Kongruenz

$$m'' - m' \equiv m \pmod 2$$

Gebrauch gemacht worden.

Alle angegebenen Formeln gestatten eine Reihe von mehr oder weniger interessanten Spezialisierungen.

Setzt man beispielsweise in (φ)

$$F(x, y, z) = x \cdot y \cdot z$$

und bezeichnet man mit $\zeta_1(\varkappa)$ die Summe aller Teiler von $\varkappa$, so ergibt sich nach einigen Umformungen die ebenfalls von Liouville herrührende Formel [1])

$$m\,\zeta_1(m) + 2\sum_{s=1}^{\omega}(m - 5s^2)\,\zeta_1(m - s^2) = \omega(m)\cdot\frac{m(4m-1)}{3}.$$

Die Summation ist über alle positiven ganzen Zahlen s auszudehnen, für welche das Argument von ζ_1 nicht null oder negativ wird.

§ 5.

In diesem Abschnitt treten zwei verschiedene Zerlegungsgleichungen auf. Die erste lautet

$$m = 2m'^2 + d''\cdot\delta''. \tag{1}$$

m, d'' und δ'' sind positive ungerade Zahlen, m hat einen festen Wert. Die Zahl m' ist positiv, null oder negativ. Über alle Lösungen von (1) ist die Summe

$$2S_1 = 2\sum_{(1)}\mathfrak{F}(d'' + 2m',\ \delta'' - 2m',\ 2m' + d'' - \delta'') \tag{2}$$

zu erstrecken. Es bedeutet hier $\mathfrak{F}(\varkappa, \lambda, \mu)$ eine für alle auftretenden Argumentwerte definierte, und den Gleichungen

$$\mathfrak{F}(x, y, z) = -\mathfrak{F}(-x, y, z) = \mathfrak{F}(x, -y, -z) \tag{3}$$

gehorchende Funktion.

Die zweite Zerlegungsgleichung hat die Gestalt

$$2m = m_1^2 + d_2\cdot\delta_2 \tag{4}$$

d_2 und δ_2 sind positive Zahlen, und beide ungerade. m_1 ist ungerade, positiv oder negativ. Über alle Lösungen (4) ist die Summe

$$S_2 = \sum_{(4)}\mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}\right), m_1, \left(\frac{d_2 - \delta_2}{2}\right) \tag{5}$$

auszudehnen.

[1]) Journal de math. pures et app. 2e sér., T. VII, 1862. Extrait d'une lettre de M. Liouville à M. Besgue.

Dann gilt, wie hier bewiesen werden soll, die Relation

$$2 S_1 = S_2 \tag{6}$$

in allen Fällen.

In der Summe (2) kann, da die 2 ersten Argumente von $\mathfrak{F}$ ungerade sind, höchstens das letzte verschwinden. Wir wollen jedoch diesen Fall vorläufig ausschliessen. Ist dann x resp. y eine ungerade, z irgend eine von null verschiedene Zahl, so tritt in (2) das Summenglied

$$\mathfrak{F}(x, y, 2z)$$

so oft auf, als die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} d'' + 2m' &= x \\ \delta'' - 2m' &= y \\ 2m' + d'' - \delta'' &= z \\ m &= 2m'^2 + d''\delta'' \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

oder die ihnen gleichwertigen:

$$\left.\begin{aligned} \delta'' &= x - 2z \\ d'' &= y + 2z \\ 2m' &= x - y - 2z \\ 2m &= x^2 + y^2 - 4z^2 \end{aligned}\right\} \tag{7'}$$

Lösungen besitzen. Die Lösungen von (7) entsprechen also eindeutig umkehrbar den Lösungen der Gleichung

$$2m = x^2 + y^2 - 4z^2, \tag{8}$$

welche die Ungleichungen

$$\left.\begin{aligned} x - 2z &> 0 \\ y + 2z &> 0 \end{aligned}\right\} \tag{α}$$

befriedigen.

Die letztern kann man in Gruppen von je acht so zusammenfassen, dass sich die Lösungen einer Gruppe nur durch die Vorzeichen der Grössen x, y, z unterscheiden. Sind X, Y und Z die absoluten Werte der Variablen, so können von den 8 Lösungen einer Gruppe höchstens die folgenden vier die Bedingungen (α) erfüllen:

1) X, Y, Z; 2) $X, Y, -Z$; 3) $X, -Y, Z$; 4) $-X, Y, Z$.

Jene nehmen dann der Reihe nach die Form an:

$$\left.\begin{aligned} X - 2Z &> 0 \\ Y + 2Z &> 0 \end{aligned}\right\} (\alpha_1) \qquad \left.\begin{aligned} X + 2Z &> 0 \\ Y - 2Z &> 0 \end{aligned}\right\} (\alpha_2) \qquad \left.\begin{aligned} X - 2Z &> 0 \\ -Y + 2Z &> 0 \end{aligned}\right\} (\alpha_3)$$

$$\left.\begin{aligned} -X + 2Z &> 0 \\ Y - 2Z &> 0 \end{aligned}\right\} (\alpha_4)$$

Durch die Gleichungen (7′) erhält man zu jeder solchen Lösung eine Zerlegung (1), und damit in $2S_2$ ein Glied

$$\pm \mathfrak{F}(X, Y, \pm 2Z)$$

zugeordnet, und zwar erzeugt

$$\left.\begin{array}{llll} \text{eine Lösung } (\alpha_1) \text{ den Term} & & & \mathfrak{F}(X, Y, 2Z) \\ \text{„} \quad \text{„} \quad (\alpha_2) \quad \text{„} \quad \text{„} & & & \mathfrak{F}(X, Y, -2Z) \\ \text{„} \quad \text{„} \quad (\alpha_3) \quad \text{„} \quad \text{„} & \mathfrak{F}(X, -Y, 2Z) & = & \mathfrak{F}(X, Y, -2Z) \\ \text{„} \quad \text{„} \quad (\alpha_4) \quad \text{„} \quad \text{„} & \mathfrak{F}(-X, Y, -2Z) & = & -\mathfrak{F}(X, Y, -2Z) \end{array}\right\} \quad (9)$$

Aber mit den Bedingungen (α_4) sind gleichzeitig auch die Forderungen (α_2) befriedigt; eine (α_4) erfüllende Lösung erzeugt also nach (9) denselben Term in S_2 zweimal, aber mit verschiedenen Vorzeichen, und kann daher weggelassen werden. Die Bedingungen (α_2) und (α_4) dürfen also ersetzt werden durch die engern:

$$\left.\begin{array}{l} X + 2Z > 0 \\ Y - 2Z > 0 \\ X - 2Z > 0 \end{array}\right\} \quad (\alpha_2').$$

Die erste davon ist von selbst erfüllt. In der letzten ist die linke Seite ungerade, ein Gleichheitszeichen also unmöglich. Eine Lösung (α_2') erzeugt das Glied

$$\mathfrak{F}(X, Y, -2Z).$$

Da die Bedingungen (α_2') und (α_3) in die eine Ungleichung

$$X - 2Z > 0$$

zusammengefasst werden können, und diese wieder mit (α_1) identisch ist, so ergibt sich endlich

$$2S_1' = 2\sum{}' \{\mathfrak{F}(X, Y, 2Z) + \mathfrak{F}(X, Y, -2Z)\}, \qquad (10)$$

wo die Summe über alle Lösungen von

$$2m = X^2 + Y^2 - 4Z^2 \qquad (10')$$

mit der Bedingung

$$X - 2Z > 0 \qquad (10'')$$

auszudehnen ist, und wo der Akzent andeuten soll, dass die Glieder mit verschwindendem 3. Argument unterdrückt worden sind.

Nun diskutieren wir in gleicher Weise die Summe S_2.

Aus (4) folgt, dass

$$d_2 \equiv \delta_2 \pmod 4,$$

dass also $\frac{d_2 + \delta_2}{2} = x$ eine ungerade Zahl ist. Setzen wir

$$\left.\begin{aligned} d_2 + \delta_2 &= 2x \\ m_1 &= y \\ d_2 - \delta_2 &= 4z \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

also

$$\left.\begin{aligned} m_1 &= y \\ d_2 &= x + 2z \\ \delta_2 &= x - 2z \end{aligned}\right\}, \tag{11'}$$

so ist x wie y eine ungerade Zahl, und z ist sicher ganz. Wir wollen einstweilen aber auch annehmen, z sei nicht null. Die Gleichung (4) wird nun zu

$$2m = x^2 + y^2 - 4z^2, \tag{8}$$

d. h. geht in die Gleichung (8) über; umgekehrt entspricht jeder Lösung von (8), für die

$$x \pm 2z > 0 \tag{12}$$

eine Lösung von (4), die durch die Gleichungen (11') berechnet werden kann. Von den 8 Lösungen einer Gruppe der oben diskutierten Gleichung (8) können 4 die Bedingungen (12) nie erfüllen.

Für die 4 übrigen, nämlich

1) X, Y, Z; 2) $X, Y, -Z$; 3) $X, -Y, Z$; 4) $X, -Y, -Z$

wird (12) in allen Fällen zu

$$X - 2Z > 0. \tag{12'}$$

Einer Lösung 1) ... 4) entspricht wegen (11') je eine Zerlegung (4) und damit ein Glied in S_2 eindeutig, und zwar entsteht

für eine	Lösung	1)	der	Term	$\mathfrak{F}(X, Y, \quad 2Z)$
„	„	2)	„	„	$\mathfrak{F}(X, Y, -2Z)$
„	„	3)	„	„	$\mathfrak{F}(X, Y, -2Z)$
„	„	4)	„	„	$\mathfrak{F}(X, Y, \quad 2Z)$

Daher wird, wenn wieder die Glieder mit verschwindendem letzten Argument unterdrückt werden, die Summe S_2 zu:

$$S_2' = 2 \sum{}' \{\mathfrak{F}(X, Y, 2Z) + \mathfrak{F}(X, Y, -2Z)\},$$

wobei über alle Lösungen von (10') mit der Bedingung (10'') zu summieren ist.

Vergleicht man mit dem unter (10) erhaltenen Resultat, so folgt

$$2S_1' = S_2' \tag{13}$$

und es bleibt nur noch der Nachweis zu leisten, dass auch die Glieder

mit verschwindendem letztem Argument in beiden Summen $2S_1$ resp. S_2 übereinstimmen.

Für sie verwandelt sich die Gleichung (8) in die Gleichung

$$2m = X^2 + Y^2 \tag{8'}$$

und die Summe $2S_1''$ aller in $2S$ enthaltenen solcher Glieder wird

$$2S_1'' = \sum \mathfrak{F}(X, Y, 0), \tag{14}$$

wo über sämtliche Lösungen von (8') zu summieren ist.

Die in S_2 enthaltenen Glieder mit dem letzten Argument 0 bilden die über alle Lösungen der Gleichung

$$2m = X^2 + y^2 \tag{8''}$$

auszudehnenden Summe

$$S_2'' = \sum \mathfrak{F}(X, y, 0),$$

welche wegen $$y = +Y \neq 0$$

und wegen $$\mathfrak{F}(X, -Y, 0) = \mathfrak{F}(X, Y, 0)$$

offenbar mit der Summe (14) genau übereinstimmt.

Daher gilt die Gleichung

$$2(S_1' + S_1'') = 2S_1 = S_2' + S_2'' = S_2$$

oder:

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} \mathfrak{F}(d'' + 2m', \delta'' - 2m', 2m' + d'' - \delta'') = \sum_{2m = m_1^2 + d_2\delta_2} \mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}, m_1, \frac{d_2 - \delta_2}{2}\right), \tag{A}$$

welche auch von Liouville herrührt [1]).

Beschränkt man m_1 auf positive Werte, und beachtet man, dass

$$\sum_{(1)} \mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}, -m_1, \frac{d_2 - \delta_2}{2}\right) = \sum_{(1)} \mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}, m_1, \frac{-d_2 + \delta_2}{2}\right) = \sum_{(4)} \mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}, m_1, \frac{d_2 - \delta_2}{2}\right),$$

so ergibt sich die neue Form von (A):

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} \mathfrak{F}(d'' + 2m', \delta'' - 2m', 2m' + d'' - \delta'') = \sum_{\substack{2m = m_1^2 + d_2\delta_2 \\ m_1 > 0}} \mathfrak{F}\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2}, m_1, \frac{d_2 - \delta_2}{2}\right). \tag{A$_1$}$$

[1]) Comptes rendus, T. 53, 1861 (2). Brief an Hermite, oder auch Journal de math. p. et a., 2e sér., T. 7, 1862, pg. 42.

Wenn man in Übereinstimmung mit den Bedingungen (3) die Funktion $F(x, y, 2z)$, die bezüglich aller Argumente ungerade ist, an Stelle der allgemeinern Funktion $\mathfrak{F}(x, y, 2z)$ in (A) einführt, so heben sich auf der rechten Seite die Glieder weg, welche zu entgegengesetzt gleichen Werten von m_1 gehören. Da m_1 nie null ist, verschwindet somit die Summe rechter Hand, und es ergibt sich die Formel (χ) des 12. Artikels der «formules générales»:

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\cdot\delta''} F(d'' + 2m', \delta'' - 2m', 2m' + d'' - \delta'') = 0. \qquad \text{(XII } \chi\text{)}$$

Bedeutet $f(u, v)$ eine gerade Funktion beider Veränderlichen u und v, so ist auch der Ansatz

$$\mathfrak{F}(x, y, 2z) = (-1)^{\frac{x-1}{2} + z} f(y, 2x)$$

mit den Bedingungen (3) verträglich. Führt man ihn in (A) ein, und beachtet man, dass

$$d_2 \equiv \delta_2 \pmod 4,$$

so ergibt sich die Gleichung:

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} (-1)^{\frac{\delta''-1}{2}} \cdot f(\delta'' - 2m', 2d'' + 4m') = \sum_{2m = m_1^2 + d_2\cdot\delta_2} (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2}} \cdot f(m_1, d_2 + \delta_2). \qquad \text{(XI } \pi\text{)}$$

Dies ist die Formel (π) des Artikels 11, die sich auch leicht direkt beweisen lässt.

Reduziert man $f(u, v)$ auf das 1. Argument u, so erhält man

$$\sum' (-1)^{\frac{\delta''-1}{2}} f(\delta'' - 2m') = \sum' (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2}} \cdot f(m_1)$$

oder mit Anwendung der schon früher gebrauchten Bezeichnung

$$\varrho(m_2) = \sum_{m_2 = d_2\delta_2} (-1)^{\frac{\delta_2 - 1}{2}}$$

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} (-1)^{\frac{\delta''-1}{2}} f(\delta'' - 2m') = \sum_{2m = m_1^2 + m_2}' f(m_1)\cdot\varrho(m_2). \qquad \text{(XI } \xi\text{)}$$

Diese Formel erscheint unter (ξ) im 11. Artikel. $4\varrho(m_2)$ bedeutet aber die Anzahl der Darstellungen von m_2 durch die Form

$$u^2 + v^2,$$

und da von den Zahlen u und v die eine gerade, die andere ungerade ist, so kann man die Summe

$$\sum f(m_1)\, \varrho(m_2)$$

auch in die Gestalt

$$\sum f(i)$$

bringen, wenn man über alle Lösungen der Gleichung

$$2m = i^2 + i_1^2 + p^2$$

summiert, wobei i und i_1 positive ungerade Werte haben, p irgend eine gerade Zahl ist.

An Stelle der Formel (ξ) kann daher auch die gleichwertige Formel (o) des 11. Artikels treten:

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} (-1)^{\frac{\delta''-1}{2}} \cdot f(\delta'' - 2m') = \sum_{2m = i^2 + i'^2 + p^2} f(i). \qquad \text{(XI o)}$$

Wenn man den mit den Bedingungen (3) verträglichen Ansatz macht:

$$\mathfrak{F}(x, y, 2z) = F(x),$$

worin $F(x)$ wie gewöhnlich eine ungerade Funktion ist, so ergibt die Formel (A_1) die neue Gleichung:

$$\sum_{m = 2m'^2 + d''\delta''} F(d'' + 2m') = \sum_{\substack{2m = m_1^2 + d_2\delta_2 \\ m_1 > 0}} F\binom{d_2 + \delta_2}{2} \qquad (A_2)$$

welche auch direkt bewiesen worden ist.[1])

Bezeichnet man mit $F(x)$ diejenige ungerade Funktion, die für positive Argumente den Wert $+1$, für negative den Wert (-1) besitzt; ferner mit

$$L_1(d'' + 2m' > 0) \quad \text{resp.} \quad L_1(d'' + 2m' < 0)$$

die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$m = 2m'^2 + d''\,\delta'',$$

für welche $d'' + 2m' > 0$ resp. $d'' + 2m' < 0$

ist, und endlich mit L_2 die Gesamtanzahl der Lösungen von

$$2m = m_1^2 + d_2\,\delta_2 \quad (m_1 > 0),$$

so ergibt sich aus (A_2) die Relation:

---

[1]) H. J. S. Smith. Collected papers. Report on the theory of numbers. Art. 136, p. 348.

$$L_1 (d' + 2m' > 0) - L_1 (d'' + 2m' < 0) = L_2 \qquad (A_3)$$

welche beim arithmetischen Beweis einer Klassenzahlrelation eine Rolle spielt[1]).

§ 6.

Es sei m eine positive ganze Zahl, die die Kongruenz

$$m \equiv 3 \pmod 4 \qquad (1)$$

erfüllt. Sie soll nach den Gleichungen

$$m = m_1^2 + 2 d_2 \cdot \delta_2 \qquad (2)$$

$$m = 4 m'^2 + d'' \delta'' \qquad (3)$$

zerlegt werden. d_2, δ_2, d'' und δ'' sind positive ungerade Zahlen; m_1 ist auch ungerade, aber positiv oder negativ; m' ist irgend eine ganze Zahl, die Null eingeschlossen. Ferner sei in (3) immer

$$d'' < \delta''. \qquad (4)$$

Die Funktion $\mathfrak{F}(x, y, z)$ sei für alle auftretenden Werte ihrer Argumente definiert, und genüge den Gleichungen:

$$\mathfrak{F}(x, y, z) = \mathfrak{F}(-x, y, z) = \mathfrak{F}(x, -y, z) = -\mathfrak{F}(x, y, -z). \qquad (5)$$

Man bilde die über alle Lösungen von (2) auszudehnende Summe

$$S_1 = \sum_{(1)} \mathfrak{F}(d_2 - m_1, \delta_2 + m_1 - d_2, m_1) \qquad (6)$$

und die über die Gleichung (3) zu erstreckenden Ausdrücke

$$S_2 = \sum_{(3)} \mathfrak{F}\left(-2m', \frac{\delta'' - d''}{2}, d'' + 2m'\right) \qquad (7)$$

$$S_3 = \sum_{(3)} \mathfrak{F}\left(\frac{d'' + \delta''}{2}, \frac{-\delta'' + d''}{2}, -d'' - 2m'\right). \qquad (7')$$

Es soll gezeigt werden, dass unter den erwähnten Voraussetzungen die Gleichung gilt:

$$S_1 = S_2 + S_3 \qquad (B)$$

Aus (3) folgt wegen (1) zunächst, dass

$$d'' + \delta'' \equiv 0 \pmod 4$$

[1]) Vergl. Journal de math., sér. 2, T. 7, 1862, p. 46 und § 10 dieser Arbeit.

und die Ausdrücke (6), (7) und (7′) zeigen dann, dass das zweite und dritte Argument von

$$\mathfrak{F}(x, y, z)$$

in allen Gliedern ungerade, das erste dagegen immer gerade ist. Es tritt also $\mathfrak{F}$ nur in der Form

$$\mathfrak{F}(2x, y, z)$$

auf, und es ist

$$y = z \equiv 1 \pmod 2.$$

In der Summe S_1 geschieht dies immer, wenn

$$\left.\begin{aligned} d_2 - m_1 &= 2x \\ \delta_2 + m_1 - d_2 &= y \\ m_1 &= z \\ m = m_1^2 + 2 d_2 \delta_2 & \end{aligned}\right\}. \tag{8}$$

Die Auflösungen dieser Gleichungen ergeben

$$\left.\begin{aligned} \delta_2 &= y + 2x \\ d_2 &= z + 2x \\ m_1 &= z \\ m = 8x^2 + 4xy + 4xz + 2yz + z^2 & \end{aligned}\right\}. \tag{8′}$$

Umgekehrt entspricht jeder Lösung der Gleichung

$$m = 8x^2 + 4xy + 4xz + 2yz + z^2 \tag{9}$$

eine Zerlegung (2), wenn sie den Bedingungen

$$\left.\begin{aligned} A &= 2x + y > 0 \\ B &= 2x + z > 0 \end{aligned}\right\} \tag{α}$$

genügt.

In der Summe S_2 tritt das Glied $\mathfrak{F}(2x, y, z)$ immer dann auf, wenn die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} -2m' &= 2x \\ \delta'' - d'' &= 2y \\ d'' + 2m' &= z \\ m = 4m'^2 + d''\delta'' & \end{aligned}\right\}$$

bestehen; diese aber ergeben

$$\left.\begin{aligned} d'' &= 2x + z \\ \delta'' &= 2x + 2y + z \\ m' &= -x \\ m = 8x^2 + 4xy + 4xz + 2yz + z^2 & \end{aligned}\right\}.$$

Sie entsprechen mithin eindeutig umkehrbar denjenigen Lösungen von (9), welche die Ungleichungen

$$\left.\begin{aligned} B &= 2x + z > 0 \\ C &= y \quad\;\; > 0 \end{aligned}\right\} \quad (\beta)$$

befriedigen.

In S_3 endlich tritt $\mathfrak{F}(2x, y, z)$ immer dann auf, wenn die Relationen

$$\left.\begin{aligned} d'' + \delta'' &= 4x \\ -\delta'' + d'' &= 2y \\ -d'' - 2m' &= z \\ m &= 4m'^2 + d''\delta'' \end{aligned}\right\}$$

erfüllt werden. Aus ihnen folgt

$$\left.\begin{aligned} d'' &= 2x + y \\ \delta'' &= 2x - y \\ 2m' &= -2x - y - z \\ m &= 8x^2 + 4xy + 4xz + 2yz + z^2 \end{aligned}\right\}$$

und sie entsprechen somit ein-eindeutig denjenigen Lösungen der Gleichung (9), für welche

$$\left.\begin{aligned} A &= 2x + y > 0 \\ C &= y \quad\;\; < 0 \end{aligned}\right\} \quad (\gamma)$$

ist. Jeder Lösung (α), (β) oder (γ) der Gleichung (9) entspricht ein Glied

$$+ \mathfrak{F}(2x, y, z)$$

in den resp. Summen S_1, S_2 oder S_3.

Die Grössen A, B und C sind ungerade. Die Bedingungen (α) können daher zerlegt werden in die zwei folgenden, nie gleichzeitig erfüllten Systeme

$$A > 0,\ B > 0,\ C > 0\ \}\ (\alpha_1) \qquad A > 0,\ B > 0,\ C < 0\ \}\ (\alpha_2).$$

Analog zerlegt man die Forderungen (β) resp. (γ) in die folgenden:

$$A > 0,\ B > 0,\ C > 0\ \}\ (\beta_1) \qquad A < 0,\ B > 0,\ C > 0\ \}\ (\beta_2)$$

resp.

$$A > 0,\ B > 0,\ C < 0\ \}\ (\gamma_1) \qquad A > 0,\ B < 0,\ C < 0\ \}\ (\gamma_2).$$

Da die Systeme (β_1) und (α_1), sowie die Systeme (α_2) und (γ_1) identisch sind, so erzeugen sie in der Gleichung

$$S_1 = S_2 + S_3 \qquad (B)$$

auf beiden Seiten dieselbe Anzahl gleicher Glieder. Unterdrückt man sie, so ändert sich die Richtigkeit oder Unrichtigkeit von (B) also nicht, und es genügt daher, die dermassen reduzierte Gleichung zu beweisen, d. h. nachzuweisen, dass die in

$$S_2 + S_3$$

zurückbleibenden Glieder eine Summe null ergeben. Dies ist aber sehr einfach. Ist nämlich (x, y, z) eine Lösung von (9), welche einem der Bedingungssysteme

$$(\beta_2), \quad (\gamma_2)$$

genügt, so erfüllt die ihr eindeutig umkehrbar zugeordnete und von ihr immer verschiedene zweite Lösung der Gleichung (9):

$$-x, -y, -z$$

das andere Bedingungssystem, wie die Relationen

$$A = 2x + y; \quad B = 2x + z; \quad C = y;$$

sofort erkennen lassen. Die erste Lösung erzeugt aber in

$$S_2 + S_3$$

das Glied $\mathfrak{F}(2x, y, z)$,

die zweite dagegen den Ausdruck

$$\mathfrak{F}(-2x, -y, -z) = -\mathfrak{F}(2x, y, z)$$

und es zerstören sich sonach alle übrig bleibenden Glieder in

$$S_2 + S_3.$$

Die Relation (B) ist damit bewiesen.

Mit Hülfe der Gleichungen (5) erhält sie die Gestalt:

$$\sum_{m = m_1^2 + 2d_2\delta_2} \mathfrak{F}(d_2 - m_1, \delta_2 + m_1 - d_2, m_1) =$$

$$= \sum_{m = 4m'^2 + d''\delta''} \mathfrak{F}\left(2m', \frac{\delta'' - d''}{2}, d'' + 2m'\right) - \sum_{m = 4m'^2 + d''\delta''} \mathfrak{F}\left(\frac{\delta'' + d''}{2}, \frac{\delta'' - d''}{2}, d'' + 2m'\right). \tag{B}$$

in welcher sie von Liouville publiziert worden ist [1]).

Wir spezialisieren hier:

$$\mathfrak{F}(2x, y, z) = (-1)^{x + \frac{z-1}{2}}.$$

[1]) Comptes rendus, T. 53, 1861 (2), oder Journal de math., p. e. a., T. 7 (1862), pg. 43.

Bezeichnen wir wie früher mit $\varrho(m)$ die Summe:

$$\varrho(m) = \sum_{d \cdot \delta = m} (-1)^{\frac{d-1}{2}}$$

und ferner dieselbe Summe mit $\varrho'(m)$, wenn sie nur über diejenigen Teiler von m erstreckt wird, die kleiner sind als ihre konjugierten, so ergibt sich aus (B) unter der Annahme

$$m \equiv 3 \pmod 8$$

nach einigen leichten Umformungen die Gleichung:

$$\sum_{i=1,3,\ldots}^{i^2 \leq m} \varrho\left(\frac{m-i^2}{2}\right) = \varrho'(m) + 2 \sum_{\varkappa=1,2,\ldots}^{4\varkappa^2 \leq m} \varrho'(m - 4\varkappa^2). \qquad (B_1)$$

Die Summation ist links über alle positiven ungeraden Zahlen i, rechts über alle positiven Zahlen $\varkappa$ auszuführen, für welche die Argumente nicht null oder negativ werden. Aus dem Ausdruck der linken Seite liest man leicht ab, dass der gemeinsame Wert der beiden Gleichungsseiten der Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$m = x^2 + y^2 + z^2$$

in positiven ungeraden Zahlen gleichkommt. Diese Formel ist von Liouville der Formel (B) beigefügt worden.

§ 7.

Die positive ungerade Zahl m werde nach den Gleichungen

$$m = \alpha^2 + 3\beta^2 \qquad (1)$$

$$4m = i^2 + 3i_1^2 \qquad (2)$$

zerlegt. i und i_1 bedeuten positiv ungerade, α und β irgend welche ganze Zahlen. Die Funktion $f(x, y)$ sei bezüglich beider Argumente gerade. Über die Lösungen der Gleichung (1) resp. (2) erstrecke man die Summe

$$S_1 = \sum f(\alpha + 3\beta, \alpha - \beta) \qquad (3)$$

resp. die Summe

$$S_2 = 2 \sum f(i, i_1); \qquad (4)$$

dann gilt immer die Relation

$$S_1 = S_2. \qquad (5)$$

Da m ungerade ist, so ist von den Zahlen α, β eine gerade, die andere ungerade. In S_1 treten also nur ungerade, insbesondere von null verschiedene Argumente auf. Bedeuten x und y ungerade Zahlen, so tritt $f(x, y)$ jedesmal dann in S_1 auf, wenn die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \alpha + 3\beta &= x \\ \alpha - \beta &= y \\ m &= \alpha^2 + 3\beta^2 \end{aligned}\right\}$$

erfüllt sind. Hieraus folgt

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{x + 3y}{4} \\ \beta &= \frac{x - y}{4} \\ 4m &= x^2 + 3y^2 \end{aligned}\right\}. \tag{6}$$

Umgekehrt entspricht jeder Lösung der Gleichung

$$4m = x^2 + 3y^2 \tag{6'}$$

eindeutig eine solche von (1), sobald

$$x - y \equiv 0, \pmod 4 \tag{7}$$

und damit in S_1 der Term $f(x, y)$.

Die Lösungen von (6') zerfallen in Gruppen von vieren. Ist x, y irgend eine Lösung, so sind die vier Lösungen ihrer Gruppe durch

$$\pm x, \ + y$$

gegeben. Die absoluten Werte von x und y seien i und i_1. Die Kongruenz (7) ist immer von zweien, und nur von zwei Lösungen einer Gruppe erfüllt, und diesen korrespondiert in S_1 der Term

$$f(x, y) = f(i, i_1)$$

zweimal genommen. Die Summe S_1 wird also zu

$$S_1 = \sum 2 \cdot f(i, i_1),$$

wobei über alle Lösungen von (6') in positiven ungeraden Zahlen zu summieren ist. Dies ist aber genau die Summe S_2. Es gilt also die Relation

$$S_1 = S_2$$

oder

$$\sum_{m = \alpha^2 + 3\beta^2} f(\alpha + 3\beta, \alpha - \beta) = 2 \sum_{4m = i^2 + 3i_1^2} f(i, i_1),$$

welche ebenfalls von Liouville herrührt [1]).

[1]) Journal de math., T. 18, sér. 2 (1873).

§ 8.

Es bedeute in diesem Paragraphen m eine positive, feste Zahl, die der Kongruenz

$$m \equiv 1 \pmod 4 \tag{1}$$

genügt. Man zerlege sie nach der Gleichung

$$m = 4\,m'^2 + d''\,\delta'', \tag{2}$$

wobei m' eine beliebige ganze Zahl bedeutet, d'' und δ'' aber positiv und ungerade sein sollen.

Unter $\varphi(u)$ soll ferner eine für alle auftretenden (immer ganzzahligen) Argumentwerte definierte, im übrigen ganz willkürliche Funktion verstanden werden.

Die Summe

$$S = \sum_{(2)} (-1)^{m' + \frac{\delta''-1}{2}} \cdot \varphi\left(m' + \frac{d''-\delta''}{4}\right) \tag{3}$$

ist über sämtliche Lösungen der Gleichung (2) zu erstrecken.

Es soll nun bewiesen werden, dass

$$S = \omega(m) \cdot (-1)^{\frac{\sqrt{m}-1}{2}} \cdot \sqrt{m} \cdot \varphi(0) \tag{4}$$

ist, wenn wie früher $\omega(m) = 1$ oder $= 0$ ist, je nachdem m eine Quadratzahl ist, oder nicht.

Wir erhalten zunächst für die Summen S_0 derjenigen Glieder in (3), für welche das Argument von φ den Wert null hat, den Ausdruck:

$$S_0 = \sum{}' (-1)^{m' + \frac{\delta''-1}{2}} \cdot \varphi(0),$$

wobei die Summation auszudehnen ist über die gleichzeitig die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} m &= 4\,m'^2 + d'' \cdot \delta'' \\ m' + \frac{d''-\delta''}{4} &= 0 \end{aligned}\right\}$$

befriedigenden Wertekombinationen

$$m', d'', \delta''.$$

Eliminiert man m' aus denselben, so ergibt sich

$$m = \left(\frac{d''+\delta''}{2}\right)^2 \tag{5}$$

woraus hervorgeht, dass $S_0 = 0$, wenn $\omega(m) = 0$. Wenn dagegen $\omega(m) = 1$ ist, so wird

$$S_0 = \varphi(0) \cdot \sum (-1)^{\frac{\delta'' - d''}{4} + \frac{\delta'' - 1}{2}} = \varphi(0) \cdot \sum (-1)^{\frac{d'' + \delta'' - 2}{4}}$$

oder wegen (5)

$$S_0 = \varphi(0) \cdot \sum (-1)^{\frac{\sqrt{m} - 1}{2}} = \varphi(0) \cdot (-1)^{\frac{\sqrt{m} - 1}{2}} \cdot Z,$$

wo Z die Anzahl der Zerlegungen (5) bedeutet. Da d'' der Reihe nach alle ungeraden Zahlen von 1 bis $(2\sqrt{m} - 1)$ durchlaufen kann, und δ'' dieselben $\sqrt{m}$ Zahlen in umgekehrter Reihenfolge durchläuft, so ist $Z = \sqrt{m}$. Daher gilt allgemein die Gleichung

$$S_0 = \omega(m) \cdot (-1)^{\frac{\sqrt{m} - 1}{2}} \cdot \sqrt{m} \cdot \varphi(0) \qquad (4')$$

und der Vergleich mit (4) lehrt, dass man um jene Formel zu beweisen, nur noch zu zeigen hat, dass sich in S alle Glieder mit von null verschiedenem Argument wegheben.

Fasst man alle Glieder, in denen das Argument von φ gleich $\varkappa$ ist, zusammen in den Ausdruck

$$\varphi(\varkappa) \cdot S_\varkappa,$$

so ist somit zu zeigen, dass

$$S_\varkappa = 0, \qquad (6)$$

sobald $\varkappa$ nicht verschwindet.

Zunächst weisen wir nach, dass die Zahl $\varkappa$ auf positive Werte beschränkt werden darf.

Es sei (m', d'', δ'') irgend eine Lösung der Gleichung (2), für die

$$\varkappa = m' + \frac{d'' - \delta''}{4} \neq 0.$$

Wegen (1) ist $\qquad d'' = \delta'' \pmod 4 \qquad (7)$

und dieser Ausdruck daher immer ganzzahlig.

Ferner ist $(-m', \delta'', d'')$ eine der vorigen eindeutig unkehrbar zugeordnete Lösung von (2), und zwar ist sie von jener verschieden, weil aus der Gleichheit der Lösungen $\varkappa = 0$ folgen würde, was unserer Voraussetzung widerstreitet.

Die Lösung (m', d'', δ'') erzeugt in S aber das Glied

$$(-1)^{m' + \frac{\delta'' - 1}{2}} \varphi(\varkappa),$$

die Lösung $(-m', \delta'', d'')$ wegen (7) aber das Glied

$$(-1)^{-m' + \frac{d'' - 1}{2}} \cdot \varphi(-\varkappa) = (-1)^{m' + \frac{\delta'' - 1}{2}} \cdot \varphi(-\varkappa),$$

woraus folgt, dass $\qquad S_\varkappa = S_{-\varkappa}$

ist. Wenn also $S_\varkappa$ null ist, verschwindet auch $S_{-\varkappa}$, und wir dürfen daher $\varkappa$ als positive ganze Zahl voraussetzen.

Nach Definition ist

$$S_\varkappa = \sum (-1)^{m' + \frac{\delta''-1}{2}} \tag{8}$$

wo die Summe über die gemeinsamen Lösungen von

$$\left.\begin{aligned} m &= 4\,m'^2 + d''\cdot\delta'' \\ m' + \frac{d''-\delta''}{4} &= \varkappa \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

auszudehnen ist. Durch Elimination von m' wird

$$m = 4\,\varkappa^2 - 2\,\varkappa\,(d''-\delta'') + \left(\frac{d''+\delta''}{2}\right)^2 \tag{9'}$$

und $S_\varkappa$ wird zu

$$S_\varkappa = \sum_{(9')} (-1)^{\varkappa + \frac{\delta'-d''}{4} + \frac{\delta'-1}{2}}. \tag{8'}$$

Nun substituieren wir:

$$\left.\begin{aligned} d'' + \delta'' &= 2\,u \\ d'' - \delta'' &= 2\,g \end{aligned}\right\}. \tag{10}$$

Es wird dann

$$\left.\begin{aligned} d'' &= u + g \\ \delta'' &= u - g \end{aligned}\right\} \tag{10'}$$

und die den Grössen d'', δ'' auferlegten Bedingungen werden zu

$$\left.\begin{aligned} &u > g;\ u > -g \\ &u \equiv 1 \pmod 2;\ g \equiv 0\,(2) \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

die Gleichung (9') geht über in

$$m = 4\,\varkappa^2 - 4\,\varkappa\cdot g + u^2 \tag{12}$$

und es wird $S_\varkappa$ gleich der über alle Lösungen von (12) mit den Bedingungen (11) zu erstreckenden Summe

$$S_\varkappa = (-1)^\varkappa \cdot \sum (-1)^{\frac{u-1}{2}}. \tag{13}$$

Nun sei (u, g) eine den Forderungen (11) genügende Lösung der Gleichung (12). Wir machen den Ansatz

$$u' = -u + 4\,\varkappa\cdot a, \tag{14}$$

wo a eine ganze Zahl bedeutet. Soll (u', g') eine Lösung der Gleichung (12) sein, so bestimmt sich g' aus der Gleichung

$$m = 4\,\varkappa^2 - 4\,\varkappa\cdot g' + u^2 - 8\,\varkappa\,u\,a + 16\,\varkappa^2\,a^2,$$

oder wegen (12) aus

$$0 = 4\,\varkappa\cdot(g - g') - 8\,\varkappa\,u\,a + 16\,\varkappa^2 a^2. \tag{14'}$$

Da $\varkappa \neq 0$, ergibt sich hieraus

$$g' = g - 2u \cdot a + 4\varkappa a^2. \tag{14'}$$

Man erhält somit vermittelst (14) und (14') zu der Lösung (u, g) von (12) nach Fixierung der Zahl a die Lösung (u', g'), und es berechnen sich u und g rückwärts aus (u', g') nach den Formeln:

$$\left.\begin{aligned} u &= -u' + 4\varkappa a \\ g &= -g' - 2u \cdot a + 4\varkappa \cdot a^2 \end{aligned}\right\} \tag{15}$$

woraus hervorgeht, dass die Beziehung der beiden Lösungen auf einander eindeutig umkehrbar ist.

Ferner ist wegen (14)

$$(-1)^{\frac{u-1}{2}} = -(-1)^{\frac{u'-1}{2}}.$$

Wenn daher die Lösung (u', g') die Bedingungen (11) erfüllt, so zerstören sich die in (13) auftretenden Glieder, welche den Lösungen (u, g) resp. $(u' g')$ entsprechen.

Nun zeigen wir, dass über den bis jetzt willkürlichen ganzzahligen Parameter a in eindeutiger Weise so verfügt werden kann, dass die Lösung (u', g') die Forderungen (11) befriedigt. Dann zerstören sich nach vorigem sämtliche Glieder in (13) paarweise, es ist $S_\varkappa = 0$, und der Beweis unserer Formel erledigt.

Da a eine ganze Zahl bedeutet, so sind die Bedingungen

$$\begin{aligned} u' &\equiv 1 \pmod 2 \\ g' &\equiv 0 \pmod 2 \end{aligned}$$

in (11) immer erfüllt. Die zwei übrigen Ungleichungen werden zu folgenden:

$$\left.\begin{aligned} \varphi(a) &= -u + 4\varkappa \cdot a - g - 4\varkappa a^2 + 2au > 0 \\ \psi(a) &= -u + 4\varkappa \cdot a + g + 4\varkappa a^2 - 2au > 0 \end{aligned}\right\}. \tag{16}$$

Betrachtet man in diesen Ausdrücken a als Variable, so sind die Wurzeln der Gleichung

$$\varphi(a) = 0$$

gleich den Ausdrücken

$$\omega_1 = \frac{u + 2\varkappa + \sqrt{m}}{4\varkappa}; \quad \omega_2 = \frac{u + 2\varkappa - \sqrt{m}}{4\varkappa}; \tag{17}$$

wobei wir unter $\sqrt{m}$ immer den positiven Wert der Wurzel verstehen wollen.

Unter derselben Voraussetzung ergeben sich die Wurzeln Ω_1 und Ω_2 von $\psi(a) = 0$

zu: $$\Omega_1 = \frac{u - 2\varkappa + \sqrt{m}}{4\varkappa}; \quad \Omega_2 = \frac{u - 2\varkappa - \sqrt{m}}{4\varkappa}. \tag{18}$$

Ferner ergeben sich noch die Gleichungen

$$\omega_1 = \Omega_1 + 1; \quad \omega_2 = \Omega_2 + 1, \tag{19}$$

sowie die Ungleichungen

$$\omega_1 - \omega_2 = \frac{\sqrt{m}}{2\varkappa} > 0; \quad \Omega_1 - \Omega_2 = \frac{\sqrt{m}}{2\varkappa} > 0. \tag{19'}$$

Die Funktion $\varphi(u)$ ist im Innern des Intervalles $(\omega_2, \ldots \omega_1)$ positiv, und nur dort; ebenso ist $\psi(u)$ grösser als null nur ausserhalb des Intervalles $(\Omega_2 \ldots \Omega_1)$, dort aber immer.

Nunmehr unterscheiden wir zwei Fälle, die eine gesonderte Behandlung erfordern.

1. Fall. Es sei $\sqrt{m} > 2\varkappa$.

Dann ergibt sich aus (17) und (18):

$$\omega_1 > \Omega_1 > \omega_2 > \Omega_2.$$

$\varphi(u)$ und $(\psi)(u)$ sind dann gleichzeitig positiv im Innern des Intervalles

$$(\Omega_1 \ldots \omega_1)$$

und nur dort. Nach (19) ist die Länge desselben gleich der Einheit, und es gibt daher eine eindeutig bestimmte ganze Zahl a, für die gleichzeitig

$$\varphi(a) > 0 \qquad \psi(a) > 0$$

wird, wie (16) es verlangt, vorausgesetzt, dass die Grenzen Ω_1 und ω_1 keine ganzen Zahlen seien. Dass dies nie der Fall ist, können wir leicht nachweisen.

Nehmen wir zu diesem Ende an, Ω_1 sei gleich der ganzen Zahl z. Nach (18) ist dann

$$z = \frac{u - 2\varkappa + \sqrt{m}}{4\varkappa},$$

woraus hervorgeht, dass in diesem Fall m das Quadrat einer (ungeraden) ganzen Zahl μ sein muss. Dann aber wird

$$\frac{u + \mu}{2\varkappa} = 2z + 1.$$

Aus $$m = \mu^2 = 4\varkappa^2 - 4\varkappa g + u^2$$

folgt aber $$\left(\frac{u + \mu}{2\varkappa}\right)(\mu - u) = 2(\varkappa - g),$$

oder $$(2z + 1)\left[(2z + 1) \cdot 2\varkappa - 2u\right] = 2(\varkappa - g).$$

Schreibt man dies in der Form

$$-\varkappa \cdot 4z \cdot (z+1) + u(2z+1) = g,$$

so sieht man, dass die linke Seite dieser Gleichung eine ungerade, die rechte Seite eine gerade Zahl ist. Der Widerspruch löst sich nur durch die Annahme, z sei keine ganze Zahl; dann gilt dasselbe aber auch von Ω_1 und $\omega_1 = \Omega_1 + 1$.

2. Fall. Es sei nun $\sqrt{m} < 2\varkappa$.

Dann ist

$$\omega_1 > \omega_2 > \Omega_1 > \Omega_2.$$

Ferner ist nach (18)

$$\Omega_1 \cdot \Omega_2 = \frac{1}{16\varkappa^2}(u^2 - 4\varkappa \cdot u + 4\varkappa^2 - m)$$

und wegen (12) und (11)

$$\Omega_1 \cdot \Omega_2 = \frac{g-u}{4\varkappa} < 0.$$

Es ist also $\Omega_1 > 0$ und $\Omega_2 < 0$, und daher $\omega_1 > 1$ und $\omega_2 < 1$. Die Funktionen $\varphi(u)$ und $\psi(u)$ sind gleichzeitig positiv im Innern des Intervalles

$$(\omega_1 \ldots \omega_2)$$

und nur dort. Nach (19') ist dasselbe kleiner als die Einheit, enthält somit höchstens einen' ganzzahligen Wert a. Nach vorigem enthält es aber immer den Wert

$$a = 1$$

und es ist daher auch in diesem Fall die Zahl a eindeutig bestimmbar, so dass die Bedingungen (16) erfüllt werden.

Andere als die zwei besprochenen Fälle kommen nicht vor, da m eine ungerade Zahl ist.

Die Gleichung (4) ist daher in allen Fällen richtig. Sie lautet ausführlich:

$$\sum_{m=4m'^2+d''\delta''} (-1)^{m'+\frac{\delta''-1}{2}} \cdot \varphi\left(m' + \frac{d''-\delta''}{4}\right) =$$

$$= \omega(m) \cdot (-1)^{\frac{m-1}{2}} \cdot \sqrt{m} \cdot \varphi(0) \qquad \text{(XI } \sigma\text{)}$$

und bildet in dieser Form die Formel (σ) des 11. Artikels von Liouville [1]).

Aus ihr entsteht die Formel (τ) desselben Abschnittes, wenn man die willkürliche Funktion $\varphi(u)$ durch eine gerade Funktion f ersetzt.

[1]) Journ. de math., sér. 2, T. 4, pg. 281 ff.

§ 9.

Die von P. Pepin bewiesenen Liouville'schen Formeln [1]) reduzieren sich im wesentlichen auf vier, welche wir hier der Vollständigkeit wegen zusammenstellen wollen. Zugleich wollen wir zeigen, dass die Formel (d) des fünften Artikels, für die Pepin einen eigenen Beweis erbringt (loc. cit.), in der allgemeineren Formel (f) desselben Artikels enthalten ist.

1) Es sei m eine positive ungerade, α irgend eine positive Zahl. Wie immer bedeute $f(x, y)$ eine bezüglich beider Variabler gerade, und für alle auftretenden Argumente definierte Funktion.

Die Summe

$$S = \sum \{f(d' - d'', \delta' + \delta'') - f(\delta' + \delta'', d' - d'')\}$$

erstrecken wir über alle verschiedenen Lösungen der Gleichung

$$2^\alpha m = d' \delta' + d'' \delta''$$

in positiven ungeraden Zahlen. Des weitern betrachten wir die Zerlegungen der Zahl m in zwei positive (ungerade) Faktoren d und δ, und dehnen die Summe

$$S_1 = 2^{\alpha-1} \cdot \sum d\,[f(0, 2^\alpha d) - f(2^\alpha d, 0)]$$

über sämtliche Lösungen von

$$m = d \cdot \delta \qquad \text{aus.}$$

Es ergibt sich dann die erste der vier erwähnten Beziehungen in der Form

$$S = S_1 \qquad \text{oder}$$

$$\sum \{f(d' - d'', \delta' + \delta'') - f(\delta' + \delta'', d' - d'')\} = \\ = 2^{\alpha-1} \sum d\,\{f(0, 2^\alpha d) - f(2^\alpha d, 0)\}. \qquad \text{(II b)}$$

Dies ist die Gleichung (b) des zweiten Artikels, aus welcher sich alle übrigen Formeln der beiden ersten Artikel von Liouville ergeben [2]).

2) Sei $f(x, y)$ definiert wie vorhin, m sei irgend eine positive Zahl. Über sämtliche Lösungen der Gleichung

$$m = d' \cdot \delta' + d'' \cdot \delta'' \qquad (1)$$

in irgend welchen positiven ganzen Zahlen d', δ', d'', δ'' erstrecken wir die Summe

---

[1]) Journal de math., sér. 4, T. IV, pg. 83.

[2]) Journal de math., T. III, pg. 193.

$$S = \sum \{ f(d' - d'', \delta' + \delta'') - f(d' + d'', \delta' - \delta'') \}.$$

m zerlegen wir nach der Gleichung

$$m = d \cdot \delta$$

in zwei positive, ungerade Faktoren, und dehnen die Summen

$$S_1 = \sum (d-1) \{ f(d, 0) - f(0, d) \}$$
$$S_2 = \sum' \{ f(\delta, 2) + f(\delta, 3) + \cdots + f(\delta, d-1) \}$$
$$S_3 = \sum' \{ f(2, \delta) + f(3, \delta) + \cdots + f(d-1, \delta) \}$$

über alle solchen Zerlegungen aus. Der in S_2 auftretende Akzent soll andeuten, dass alle Glieder der Klammer, für welche das zweite Argument Teiler der in derselben Klammer auftretenden Zahl d ist, gleich null zu setzen sind. Eine entsprechende Bedeutung bezüglich des ersten Argumentes hat der Akzent in der Summe S_3.

Die Formel (f) des fünften Artikels drückt sich nunmehr aus in der Gleichung:

$$S = S_1 + 2 S_2 - 2 S_3,$$

oder [1])

$$\sum \{ f(d' - d'', \delta' + \delta'') - f(d' + d'', \delta' - \delta'') \} =$$
$$= \sum (d-1) \{ f(0, d) - f(d, 0) \} +$$
$$+ 2 \sum' \{ f(\delta, 2) + f(\delta, 3) + \cdots + f(\delta, d-1) \} -$$
$$- 2 \sum' \{ f(2, \delta) + \cdots + f(d-1, \delta) \}. \qquad (\text{V f})$$

Nunmehr nehmen wir an, m sei ungerade.

Von den zwei Zahlen

$$m' = d' \cdot \delta' \qquad m'' = d'' \cdot \delta''$$

ist dann immer eine gerade, die andere ungerade. m' durchläuft die Werte

$$m' = 1, 2, 3, \ldots m - 1$$

und wegen (1) ist jeweilen

$$m'' = m - 1, m - 2, \ldots . 2, 1.$$

Da die Funktion $f(x, y)$ gerade ist, so darf in der Summe S von (V f) immer d' mit d'', und δ' mit δ'' vertauscht werden, ohne dass sich der Wert irgend eines Gliedes änderte. Dem entspricht aber in der Zerlegungsgleichung

$$m = d' \cdot \delta'' + d'' \cdot \delta'' = m' + m''$$

[1]) Journ. de math., T. III, 1858, pg. 284.

eine Vertauschung von m' mit m''. Nehmen wir eine solche immer dann vor, wenn m' gerade ist, so ändert sich sonach in S nichts. Man kann also die Summe S statt über die Lösungen von (1) zweimal über die Lösungen der Gleichung

$$m = m' + m'' = d'\,\delta' + d''\,\delta'' \qquad m' \equiv 1 \ (2)$$

ausdehnen, in welcher m' nunmehr nur ungerade, m'' also nur gerade positive Zahlen bedeutet. Extrahieren wir aus m'' den ungeraden Faktor, indem wir setzen

$$m'' = 2^{\alpha_2} \cdot m_2 = 2^{\alpha_2} \cdot d_2 \cdot \delta_2 \qquad m_2 \equiv 1 \ (2)$$

und schreiben wir für die ungeraden Faktoren d' und δ' von m' in der Folge d_1 resp. δ_1, so ergibt sich die neue Zerlegungsgleichung

$$m = d_1 \cdot \delta_1 + 2^{\alpha_2} d_2 \cdot \delta_2 \qquad (2)$$

und die Summe S ist zweimal über die Lösungen dieser Gleichung zu erstrecken.

Nun definieren wir

$$f(x, y) = 0,$$

wenn das zweite Argument y eine ungerade Zahl ist. Für gerade Werte y machen wir keine neue Voraussetzung.

Hieraus folgt dann, dass wir bloss verschwindende Glieder vernachlässigen, wenn wir S nur über diejenigen Zerlegungen ausdehnen, für welche

$$\delta' + \delta'' \equiv 0. \pmod 2$$

Da aber

$$\delta' = \delta_1 \equiv 1 \pmod 2$$

ist, so folgt, dass wir

$$\delta'' = \delta_2 \equiv 1 \pmod 2$$

setzen dürfen, was die neue Gleichung

$$d'' = 2^{\alpha_2} \cdot d_2$$

zur Folge hat. Es wird dann die Summe S zu

$$S' = 2 \sum \{ f(d_1 - 2^{\alpha_2} d_2, \delta_1 + \delta_2) - f(d_1 + 2^{\alpha_2} d_2, \delta_1 - \delta_2) \}, \qquad (3)$$

welche Summe einfach über die Lösungen von (2) auszudehnen ist.

In der Summe S_1 der Formel (f) fallen, da d Teiler von m, also ungerade ist, alle Glieder von der Form

$$f(0, d)$$

weg, und es wird S_1 zu

$$S_1 = - \sum (d - 1) f(d, 0). \qquad (4)$$

In der Summe S_2 sind auch nur die Glieder zu berücksichtigen, deren zweites Argument gerade ist, und da ein solches nie Teiler der ungeraden Zahl d sein kann, so darf man den Akzent, resp. die hiedurch angedeutete Beschränkung unterdrücken. Es wird alsdann S_2 zu

$$S_2' = \sum \{f(\delta, 2) + f(\delta, 4) + \cdots + f(\delta, d-1)\}.$$

Da in der Summe S_3 alle zweiten Argumente, weil Teiler der ungeraden Zahl m, ungerade Zahlen bedeuten, so verschwindet Glied für Glied jenes Ausdruckes, und es ist also

$$S_3 = 0.$$

Beachtet man noch, dass die Gleichung

$$\sum_{m = d \cdot \delta} f(\delta, \varkappa) = \sum_{m = d \cdot \delta} f(d, \varkappa)$$

besteht, sobald $\varkappa$ eine konstante Zahl ist, so geht die Gleichung

$$S = S_1 + 2S_2 - 2S_3$$

über in

$$S' = S_1' + 2S_2'$$

oder in die folgende[1]):

$$2\sum\{f(d_1 - 2^{\alpha_2} d_2, \delta_1 + \delta_2) - f(d_1 + 2^{\alpha_2} d_2, \delta_1 - \delta_2)\} = \quad \text{(V d)}$$
$$= \sum\{f(d,0) + 2f(d,2) + 2f(d,4) + \cdots + 2f(d, \delta - 1) - d \cdot f(d,0)\}.$$

Links ist über die Zerlegungen

$$m = d_1 \delta_1 + 2^{\alpha_2} d_2 \cdot \delta_2,$$

rechts über die Lösungen von

$$m = d \cdot \delta$$

zu summieren. Alle Zahlen d, δ sind positiv ungerade.

Dies ist aber, abgesehen von der Bezeichnung, die von Liouville unter (d) im fünften Artikel gegebene Beziehung.

3. Die zwei übrigen Formeln, welche von Pepin bewiesen worden sind, und die den Inhalt der zwei letzten Artikel der «formules générales» bilden, beziehen sich beide auf dieselben zwei Zerlegungen der ungeraden Zahl m, resp. des doppelten dieser Zahl, und zwar sind es die Zerlegungen

$$m = d_1 \delta_1 + 2^{\alpha_2} d_2 \cdot \delta_2 \qquad (1)$$

$$2m = d' \cdot \delta' + d'' \cdot \delta'', \qquad (2)$$

[1]) Journ. de math., 2e sér., T. III, 1858, pg. 274 und Pepin, l. c.

in welchen mit Ausnahme der beliebigen positiven Zahl α_2 alle Grössen positiv und ungerade sind.

Bezeichnet $\mathfrak{F}(x, y)$ eine für alle auftretenden Werte der Argumente definierte Funktion, die die Bedingungen

$$\mathfrak{F}(x, y) = -\mathfrak{F}(-x, y) = +\mathfrak{F}(x, -y); \quad \mathfrak{F}(0, y) = 0$$

genügt, so kann die Hauptformel des 18. Artikels [1]) in der Gestalt notiert werden:

$$\sum_{(2)} (-1)^{\frac{d''-1}{2}} \{\mathfrak{F}(d'+d'', \delta'-\delta'') + \mathfrak{F}(d'-d'', \delta'+\delta'')\} = \\ = \sum_{(3)} \mathfrak{F}(2d, 0) + 4 \sum_{(1)} (-1)^{\frac{\delta_2-1}{2}} \cdot \mathfrak{F}(2d_1, 2^{\alpha_2+1} d_2), \tag{XVIII}$$

wobei die erste Summe rechter Hand wie früher über die Lösungen von

$$m = d \cdot \delta \tag{3}$$

in positiven Zahlen zu erstrecken ist.

Es sei nun $\psi(x, y)$ eine für sämtliche zur Anwendung gelangenden Argumentwerte definierte Funktion, für welche

$$\psi(x, y) = \psi(y, x) = \psi(-x, y) = \psi(x, -y).$$

Dann stellt sich die Hauptformel des Artikels XVII [2]) dar in der Gleichung

$$\sum_{(2)} (-1)^{\frac{\delta'-1}{2} + \frac{d''-1}{2}} \cdot \psi(d'-d'', \delta'+\delta'') = \\ = \sum_{(3)} (-1)^{\frac{\delta-1}{2}} \psi(0, 2d) + 4 \sum_{(1)} (-1)^{\frac{\delta_1-1}{2} + \frac{\delta_2-1}{2}} \cdot \psi(2d_1, 2^{\alpha_2+1} d_2). \tag{XVII}$$

Die Summation ist jeweilen über die unter dem Summenzeichen angedeutete Zerlegungsgleichung auszudehnen.

Hiemit ist die Zusammenstellung der Formeln vollendet. Wie man aus den Gleichungen (II b) und (V f) sämtliche übrigen Relationen der ersten fünf Liouville'schen Artikel, sowie aus (XVIII) die Formel (L) des sechsten Artikels herleiten kann, ist teils bei Liouville, teils bei Pepin nachzulesen, teils sind diese Herleitungen so einfach, dass sie sich ohne weiteres darbieten.

[1]) Journal de math., 2e sér., T. X, 1865, pg. 169.
[2]) Journal de math., 2e sér., T. X, pg. 135.

§ 10.

Um die Anwendbarkeit Liouville'scher Formeln auf zahlentheoretische Probleme zu demonstrieren, wollen wir zum Schluss mit ihrer Hülfe eine der von Kronecker[1]) zuerst aufgestellten Klassenzahlrelationen auf arithmetischem Wege herleiten. Wir stützen uns dabei auf die Angaben, welche Liouville[2]) über den einzuschlagenden Weg gemacht hat, und beweisen zunächst einen von ihm ausgesprochenen Hülfssatz, welcher für einen einfachern Fall von Hermite[3]) gegeben worden ist.

Sei n eine positive Zahl von der Form

$$n = 4\nu + 1. \tag{1}$$

Die Zahlen d_2, δ_2 und d seien auch positiv, die erstern zwei ungerade. $F(n)$ sei die Anzahl der Klassen quadratischer Formen von der Determinante $(-n)$ und positiven äussern Koeffizienten, von denen wenigstens einer ungerade sein soll.

Dann gilt der Satz:

Ist $\mathfrak{A}$ die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$n = d_2 \cdot \delta_2 + 2d(d_2 + \delta_2), \tag{2}$$

$\zeta(n)$ die Anzahl der Divisoren von n, und hat $\omega(n)$ die frühere Bedeutung, so besteht die Relation:

$$F(n) = \mathfrak{A} + \frac{1}{2}\{\zeta(n) + \omega(n)\}. \tag{3}$$

Aus (2) und (1) folgt zunächst

$$d_2 \equiv \delta_2 \pmod 4.$$

[1]) Kronecker: Crelle, Bd. 57, pag. 248; Journ. de math., sér. 2, T. V, pag. 289. Über Klassenzahlrelationen vergleiche man ferner die Arbeiten von:

Gierster: Über Relationen zwischen Klassenzahlen etc., Math. Ann., Bde. XVII, XXI u. XXII und die dort gegebenen Zitate, ferner die unter demselben Titel erschienene Abhandlung von:

A. Hurwitz in den math. Ann., Bd. XXV, sowie die zusammenfassende Darstellung in:

Klein-Fricke, Theorie der ellipt. Modulfunktionen, Bd. II, Leipzig 1892.

H. J. S. Smith in seinem Report on the theory of numbers, Art. 136, leitet eine zu der im Text gegebenen verwandte Relation ab, und benutzt dabei nur die auf rein arithmetischer Basis beruhenden Liouville'schen Formeln, im Gegensatz zu den übrigen Autoren, die sich durchwegs der Theorie der Modulfunktionen, also hoch transzendenter Hülfsmittel bedienen.

[2]) Liouville: Journal de math., sér. 2, T. 7, pag. 46.

[3]) Hermite: Comptes rendus, Vol. 53, 1861; Journal de math., sér. 2, T. V, pag. 32, ff.

Setzt man
$$\left.\begin{aligned} d_2 + \delta_2 &= 2u \\ d_2 - \delta_2 &= 4z \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

so bedeutet u eine ungerade, z irgend eine ganze Zahl und weil

$$\begin{aligned} d_2 &= u + 2z > 0 \\ \delta_2 &= u - 2z > 0 \end{aligned}$$

so sind z und u durch die Ungleichung

$$u > |2z| \tag{5}$$

mit einander verbunden. Die Gleichung (2) geht nun über in

$$u(u + 4d) - 4z^2 = n, \tag{2'}$$

aus welcher sich der Beweis des Satzes ergibt.

1. Jeder Lösung von (2'), für die

$$|4z| < u \tag{I}$$

ist, ordnen wir die Form

$$(u, 2z, u + 4d) \tag{6}$$

zu. Sie hat die Determinante $(-n)$, und ist wegen

$$2|2z| < u < u + 4d$$

reduziert. Da d alle positiven, u alle positiven ungeraden mit (2') verträglichen Werte annehmen darf, so sind durch (6) alle reduzierten Formen dargestellt, deren Determinante $= -n$, deren mittlerer Koeffizient gerade oder null ist, und deren äussere Koeffizienten positiv, ungerade und ungleich sind. Ihre Anzahl, die mit der Zahl der Lösungen (I) übereinstimmt, sei Z_1.

2. Nun ordnen wir ferner den Lösungen von (2'), für welche

$$4z > u$$

ist, die quadratischen Formen

$$(u, u - 2z, 2u - 4z + 4d) \tag{6'}$$

zu, deren Determinante $(-n)$ ist. Aus

$$0 < u;\ 2z < u < 4z$$

folgt

$$0 < u;\ 0 < u - 2z;\ 0 < 2u + 4d - 4z;$$

und

$$u - 2(u - 2z) > 0;\ (2u - 4z + 4d) - 2(u - 2z) = 4d > 0.$$

Es ist daher (6') der Inbegriff derjenigen Formen

$$(A,\ B,\ C),$$

welche den Bedingungen

$$\left.\begin{array}{c} A>0;\ B>0;\ C>0;\ AC-B^2=n \\ 2B<A;\ 2B<C;\ B\equiv 1 \pmod 2 \end{array}\right\} \tag{7}$$

genügen.

3. In dem allein noch nicht behandelten Fall, dass

$$-4z>u$$

ist, lassen wir jeder Lösung von (2') die Form

$$(u,\ u+2z,\ 2u+4z+4d) \tag{6''}$$

entsprechen, welche aus 6' entsteht, indem man z in $(-z)$ verwandelt. Die Anzahl Z_2 der Formen (6'') ist sonach gleich derjenigen der Formen (6').

Vertauscht man nun in (6') jedesmal die äussern Koeffizienten, wenn der erste grösser ist, als der dritte, so entsteht ein Formensystem

$$(A,\ B,\ C),$$

für welches die Bedingungen

$$A>0;\ B>0;\ C>0;\ B\equiv 1 \pmod 2;\ 2B<A<C;\ AC-B^2=n$$

erfüllt sind, und das Z_2 Glieder enthält; fügt man zu diesem noch das aus gleich viel Gliedern bestehende System, welches durch Vertauschen von B mit $(-B)$ aus ihm hervorgeht, so erfüllen diese $2Z_2$ Formen die Bedingungen

$$A>0;\ C>0;\ B\equiv 1 \pmod 2;\ |2B|<A<C;\ AC-B^2=n.$$

Mit den Formen (6) bilden diese aber das System aller reduzierten quadratischen Formen der Determinante $(-n)$ und positiven und nicht gleichzeitig geraden äussern Koeffizienten, für welche keine der Ungleichungen

$$|2B|<A<C$$

in eine Gleichung übergeht. Ihre Anzahl Z_1+2Z_2 ist gleich der Zahl $\mathfrak{A}$ der Lösungen von (2') resp. (2).

Um sie zu der Zahl $F(n)$ sämtlicher reduzierter Formen zu ergänzen, haben wir noch die Formen

$$(A,\ B,\ A);\quad 2B\leq A;\ B\geq 0 \tag{8}$$

und

$$(2B,\ B,\ C);\ 0<2B<C \tag{9}$$

ihrer Zahl nach hinzuzufügen.

Wenn es deren im ganzen Z_3 gibt, so ist dann

$$F(n) = Z_1 + 2\,Z_2 + Z_3 = \mathfrak{A} + Z_3.$$

Im Falle der Formen (8) ist aber

$$n = (A + B)(A - B) = A^2 - B^2$$

und da beide Faktoren positiv sind, darf man setzen

$$\left.\begin{aligned} A + B &= d \\ A - B &= \delta \end{aligned}\right\} (n = d \cdot \delta),$$

wo d und δ alle konjugierten Teiler von n zu durchlaufen haben.

Es wird

$$\begin{aligned} 2\,A &= d + \delta \\ 2\,B &= d - \delta, \end{aligned}$$

und wegen

$$0 \leq 2\,B < A$$

unterliegen d und δ der Beschränkung

$$\delta \leq d < 3\,\delta. \tag{10}$$

Im Falle der Formen (9) ist

$$n = B(2\,C - B),$$

und da wieder beide Faktoren grösser als null sind, darf

$$\left.\begin{aligned} B &= \delta \\ 2\,C - B &= d \end{aligned}\right\} (n = d \cdot \delta)$$

gesetzt werden.

Die Bedingung $A < C$ geht dann über in

$$3\,\delta < d, \tag{10'}$$

und die Anzahl der Formen (9) ist der Zahl der diese Ungleichung befriedigenden Lösungen von

$$n = d \cdot \delta \tag{11}$$

gleich.

Nun kann wegen (1) der Fall

$$d = 3\,\delta$$

nicht eintreten. Jeder Teiler d von n erfüllt daher eine der Bedingungen

$$d < 3\,\delta \qquad d > 3\,\delta$$

und liefert daher eine Lösung (10) oder (10'), ausser wenn

$$d < \delta$$

sein sollte.

Die Anzahl dieser letztern Lösungen von (11) ist aber

$$\frac{1}{2}\left[\zeta(n) - \omega(n)\right],$$

die Zahl aller Lösungen von (11) ist $\zeta(n)$, und es ergibt sich sonach für die Zahl Z_3 der Formen (8) und (9)

$$Z_3 = \frac{1}{2}\left\{\zeta(n) + \omega(n)\right\}.$$

Gemäss der Gleichung

$$F(n) = \mathfrak{A} + Z_3$$

wird daher

$$F(n) = \mathfrak{A} + \frac{1}{2}\left\{\zeta(n) + \omega(n)\right\} \qquad \text{w. z. b. w.}$$

Wir gehen nunmehr an die Herleitung der erwähnten Klassenzahlrelation.

Sei d_3 eine positive ungerade Zahl, $f(x)$ eine gerade Funktion. Dann ist

$$\mathfrak{F}(x) = f(x - d_3) - f(x + d_3)$$

eine ungerade Funktion, und

$$\mathfrak{F}(0) = 0.$$

Führen wir dieselbe in die Formel (A_2) pg. 37 ein, so ergibt sich die Gleichung

$$\sum\left\{f(2m' + d'' - d_3) - f(2m' + d'' + d_3)\right\} = \sum\left\{f\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2} - d_3\right) - f\left(\frac{d_2 + \delta_2}{2} + d_3\right)\right\}. \tag{12}$$

Die Summe links ist über die Lösungen von

$$n = 2m'^2 + d''\delta'' \qquad m' \gtrless 0;\ d'', \delta'' > 0;\ d'' = \delta'' \equiv 1\ (2),$$

die zweite über diejenigen von

$$2n = m_1^2 + d_2\delta_2$$

zu erstrecken. n bedeutet eine ungerade Zahl.

Setzen wir

$$n = m - 2^{\alpha_3} \cdot d_3 \cdot \delta_3 \qquad \alpha_3 > 0, \tag{13}$$

wo m eine feste und wieder ungerade Zahl sein soll, und addieren wir alle für sämtliche Lösungen von (13) in positiv ungeraden Zahlen n, d_3, δ_3 und positiven Werten α_3 gebildeten Summengleichungen (12), so schreibt sich das Resultat in derselben Form (12), aber die linke Seite ist nun über alle Lösungen von

$$m - 2m'^2 = d''\delta'' + 2^{\alpha_3} d_3 \delta_3 \tag{14}$$

und die rechte über die Lösungen von

$$2m = m_1^2 + d_2\,\delta_2 + 2^{\alpha_3+1}\cdot d_3\cdot\delta_3 \tag{15}$$

zu summieren.

Nun kann die linke Seite der Gleichung (12) nach einer aus der Formel (V d) pg. 54 deduzierbaren Gleichung vereinfacht werden. Man setze in (V d) statt $f(x, y)$ eine gerade Funktion $f(y)$ des zweiten Arguments. So ergibt sich mit der dortigen Bezeichnung:

$$\begin{gathered}2\sum_{n=d_1\delta_1+2^{\alpha_2}d_2\delta_2}\{f(\delta_1+\delta_2)-f(\delta_1-\delta_2)\}= \\ =\sum_{n=d\cdot\delta}\{f(0)+2f(2)+2f(4)+\cdot+2f(\delta-1)\}-\sum_{n=d\cdot\delta}d\cdot f(0).\end{gathered} \tag{16}$$

Nun beachte man, dass auf der linken Seite S der Gleichung (12) jeweilen die Glieder, die zu entgegengesetzt gleichen Werten von m' gehören, zusammengefasst werden können, und dass

$$f(x+m')+f(x-m')$$

und im Falle $m'=0$

$$f(x+0)$$

eine gerade Funktion von x ist. Man erhält so eine Summe S, die gleich gebaut ist, wie diejenige der linken Seite von (16), und sich auf dieselbe Zerlegungsart (14) bezieht. Nach (16) wird also

$$\begin{gathered}S=\frac{1}{2}\sum_{m'}\Big\{f(2m')\sum d^*- \\ -\sum\left(f(2m')+2f(2m'+2)+\cdots+2f(2m'+d^*-1)\right)\Big\}\end{gathered}$$

wo d^* alle Teiler der Zahl $(m-2m'^2)$ zu durchlaufen hat, und wo das vor die geschwungene Klammer gesetzte Summenzeichen andeutet, dass m' der Reihe nach alle Zahlen zu durchlaufen hat, für die

$$m-2m'^2$$

positiv ausfällt.

Jetzt definieren wir

$$\left.\begin{aligned}f(x)&=0 \quad \text{wenn } x\neq 0\\ f(x)&=1 \quad \text{wenn } x=0\end{aligned}\right\}. \tag{α}$$

Dann werden in der Summe (14) auf der rechten Seite R alle Glieder von der Form

$$f\left(\frac{d_2+\delta_2}{2}+d_3\right)$$

zu null. Dasselbe geschieht mit denjenigen Gliedern

$$f\left(\frac{d_2+\delta_2}{2}-d_3\right)$$

für welche

$$d_2+\delta_2\neq 2d_3$$

während so oft die Zahl 1 auftritt, als Lösungen von (15) existieren, für welche

$$d_2 + \delta_2 = 2\,d_3$$

wird. Dieselben sind aber mit den Lösungen von

$$2\,m - m_1^2 = d_2 \cdot \delta_2 + 2^{d_3}\,\delta_3\,(d_2 + \delta_2) \tag{17}$$

identisch, und da

$$2\,m - m_1^2 \equiv 1 \pmod 4$$

ist, so stimmt diese letztere Gleichung mit der Gleichung (2) des anfangs bewiesenen Hülfssatzes überein. Die Summe R in (12) wird sonach gleich der Anzahl der Lösungen von (17), oder nach (3) gleich

$$\sum_{m_1} F\,(2\,m - m_1^2) - \frac{1}{2}\sum_{m_1}\zeta\,(2\,m - m_1^2) - \frac{1}{2}\sum_{m_1}\omega\,(2\,m - m_1^2).$$

Hiebei ist über alle positiven ungeraden Werte von m_1, für die

$$2\,m - m_1^2 > 0$$

ist, zu summieren. Aber

$$\sum_{m_1}\omega\,(2\,m - m_1^2)$$

gibt an, wie oft $2\,m$ als Summe zweier Quadrate darstellbar ist, und nach bekannten Sätzen ist

$$\sum_{m_1}\omega\,(2\,m - m_1^2) = \sum_{m = d\cdot\delta}(-1)^{\frac{d-1}{2}} = \varrho\,(m).$$

Daher wird

$$R = \sum_{m_1} F\,(2\,m - m_1^2) - \frac{1}{2}\sum\zeta\,(2\,m - m_1^2) - \frac{1}{2}\varrho\,(m). \tag{18}$$

Nun ist die Definition (α) auch im Ausdruck S der linken Seite von (14) einzuführen und nachher

$$S = R$$

zu setzen. Die Summe

$$\sum_{m'} f\,(2\,m')\cdot\sum d^*$$

wird nur für $m' = 0$ ein von null verschiedenes Glied erzeugen, und zwar hat jenes den Ausdruck:

$$\sum_{m = d\cdot\delta} d = \zeta_1\,(m), \tag{19}$$

da die Teiler d^* in die Teiler d von m übergehen.

Das erste Glied $f\,(2\,m')$ in der Summe

$$S_1 = \sum_{m'}\left\{\sum\left(f\,(2\,m') + 2f\,(2\,m' + 2) + \cdots + 2f\,(2\,m' + d^* - 1)\right)\right\}$$

wird nur für $m' = 0$ zu 1, und zwar tritt es dann so oft auf, als

Teiler $d^* = d$ von m existieren; es liefert sonach an S_1 den Beitrag

$$\zeta(m). \tag{19'}$$

Die Argumente

$$2m' + 2,\ 2m' + 4,\ 2m' + d^* - 1$$

der übrigen Glieder in S_1 sind alle positiv, wenn $m' > 0$, alle negativ, wenn $2m' + d^* < 0$ ist, und in beiden Fällen verschwindet die ganze geschweifte Klammer. Ist aber

$$2m' + d^* > 0,\ m' < 0,$$

so ist immer eines, und nur eines der Argumente gleich null, und die Klammer hat jeweilen den Wert 2. Es wird demnach

$$S_1 = 2 \cdot L\binom{2m' + d^* > 0}{m' < 0} + \zeta(m) \tag{19''}$$

wo L die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$m = 2m'^2 + d^* \delta^*$$

mit den beigesetzten Bedingungen bedeutet. Damit geht aber der Ausdruck für S über in

$$S = \tfrac{1}{2}\zeta_1(m) - L\binom{2m' + d^* > 0}{m' < 0} - \tfrac{1}{2}\zeta(m). \tag{20}$$

Wir vereinfachen weiter, indem wir den auf pag. 39 in § 5 abgeleiteten Hülfssatz verwenden, wonach

$$L(2m' + d^* > 0) - L(2m' + d^* < 0) = L_1, \tag{21}$$

und L_1 die Anzahl der Lösungen von

$$2m = m_1^2 + d_2 \delta_2$$

in ungeraden positiven Zahlen bezeichnet. Nun ist aber wegen

$$2m - m_1^2 = d_2 \cdot \delta_2$$

offenbar

$$L_1 = \sum_{m_1}{}' \zeta(2m - m_1^2).$$

Ferner ergibt sich sofort die Relation:

$$L(2m' + d^* > 0) = L\binom{2m' + d^* > 0}{m' > 0} + L\binom{2m' + d^* > 0}{m' < 0} + \zeta(m)$$

und wenn man dies in (21) einsetzt, folgt die neue Gleichung

$$L\binom{2m' + d^* > 0}{m' < 0} = \sum_{m_1}{}' \zeta(2m - m_1^2) + L(2m' + d^* < 0) -$$

$$- L\binom{2m' + d^* > 0}{m' > 0} - \zeta(m).$$

Ersetzt man in (20) die Hälfte von

$$L\begin{pmatrix} 2m'+d^*>0 \\ m'<0 \end{pmatrix}$$

durch die Hälfte dieses Ausdrucks, so ergibt sich:

$$S = \tfrac{1}{2}\left\{\xi_1(m) - \xi(m) - \sum \xi(2m - m_1^2) - L(2m'+d^*<0) + \right. \\ \left. + L\begin{pmatrix} 2m'+d^*>0 \\ m'>0 \end{pmatrix} + \xi(m) - L\begin{pmatrix} 2m'+d^*>0 \\ m'<0 \end{pmatrix}\right\} \tag{22}$$

Aber die ungerade Zahl

$$2m'+d^*$$

ist nie null, und es ist ferner

$$L(2m'+d^*<0) = L\begin{pmatrix} 2m'+d^*<0 \\ m'<0 \end{pmatrix}.$$

Dann aber kann man

$$L\begin{pmatrix} 2m'+d^*>0 \\ m'<0 \end{pmatrix} \text{ und } L\begin{pmatrix} 2m'+d^*<0 \\ m'<0 \end{pmatrix}$$

zusammenfassen zu

$$L(m'<0).$$

Anderseits darf für

$$L\begin{pmatrix} 2m'+d^*>0 \\ m'>0 \end{pmatrix}$$

der einfachere Ausdruck $L(m'>0)$ gesetzt werden.

Beachtet man endlich noch, dass

$$L(m'>0) = L(m'<0),$$

so geht der Ausdruck (22) über in

$$S = \tfrac{1}{2}\xi_1(m) - \tfrac{1}{2}\sum_{m_1}\xi_1(2m - m_1^2).$$

Setzt man endlich diesen und den Ausdruck (18) in die Gleichung

$$S = R$$

ein, so erhält dieselbe die definitive Gestalt:

$$\sum_{\substack{m_1^2 < 2m \\ m_1 = 1,3,5}} F(2m - m_1^2) = \tfrac{1}{2}\left\{\xi_1(m) + \varrho(m)\right\}.$$

Dies ist aber die Klassenzahlrelation, welche wir herleiten wollten.

Über Chlorophyll und Xanthophyll.

Von

R. Willstätter.

Die ältesten Versuche über Blattgrün von Pelletier und Caventou und von Berzelius haben auf die Isolierung von Chlorophyll hingezielt, ähnlich, wie sonst pflanzliche Farbstoffe oder auch Alkaloïde gewonnen werden. Die Versuche sind fehlgeschlagen, und ihr Ziel ist bis heute nicht erreicht worden. Es liegen da besondere Schwierigkeiten vor: Chlorophyll ist indifferent, es gibt keine Verbindungen; so haben wir kein chemisches Mittel, es aus dem Gemisch mit gelben Verbindungen, mit Phytosterinen, Wachsen u. a. herauszuholen, die sich in unseren Extrakten finden, und namentlich ist das Chlorophyll auch sehr zersetzlich. Sobald man Verbindungen von Chlorophyll herstellt, z. B. Salze, so hat man kein Chlorophyll mehr in Händen; so hat der Physiker Hartley bis in die jüngste Zeit eine Baryumverbindung benützt, um für die Spektralanalyse Reinchlorophyll darzustellen, sein Produkt ist aber verseiftes Chlorophyll. Deshalb muss man sich darauf beschränken, grüne Blätterextrakte durch Verteilung der gelösten Stoffe zwischen verschiedenen Lösungsmitteln zu fraktionieren; nach der Methode von G. Kraus bringt man beim Schütteln des alkoholischen Extraktes mit Benzol oder Benzin in dieses das Chlorophyll, während die gelben Begleiter im Alkohol bleiben. Ähnlich verwendet man nach Sorby Schwefelkohlenstoff. Auf diese Weise kann man Lösungen bereiten, in denen Chlorophyll noch nicht verdorben sein mag, aber auch keineswegs rein sein kann. Wenn man nun auch den reinen Stoff als Ausgangsmaterial nicht kennt, ist doch der Abbau des Chlorophylls in Angriff genommen worden in langjährigen, mühevollen Untersuchungen von Hoppe-Seyler, Tschirch und namentlich von Schunck und Marchlewski, etwa in der Zeit von 1879 bis gegen 1900. Und der Abbau hat mit einer Reihe von Ver-

bindungen, unter denen sich schöne, krystallisierende Substanzen finden, zu einem sehr merkwürdigen Resultat geführt: zur Kenntnis von Beziehungen zwischen Blatt- und Blutfarbstoff.

Chlorophyll wird durch alkoholische Chlorwasserstoffsäure in Phylloxanthin umgewandelt, dessen Zusammensetzung nicht angegeben worden ist, und weiterhin durch konzentrierte Salzsäure in Phyllocyanin; durch Alkalien wird dieses in das krystallisierte Phyllotaonin übergeführt. Daraus entstand beim Erhitzen mit alkoholischem Kali auf 190° Phylloporphyrin.

Phylloxanthin

↓

Phyllocyanin

↓

Phyllotaonin, $C_{40}\,H_{40}\,O_6\,N_6$

↓

Phylloporphyrin, $(C_{16}\,H_{18}\,O\,N_2)\,x$

Dieses Endprodukt steht nun einem eisenfreien Abbauprodukt des Blutfarbstoffs sehr nahe, dem Hæmatoporphyrin $(C_{16}\,H_{18}\,O_3\,N_2)\,x$ von Hoppe-Seyler und von Nencki und Sieber. Namentlich in den Absorptionsspektren stimmen diese Porphyrine beinahe überein. Schliesslich hat im Jahre 1901 Nencki mit Zaleski und Marchlewski gemeinsam Hæmin und Phyllocyanin sogar wahrscheinlich zu identischen Produkten abbauen können, dem Hæmopyrrol, einer Pyrrolbase, der (mit der Voraussetzung, dass eine einheitliche Substanz vorliegt) die Formel $C_8\,H_{13}\,N$ zugeschrieben worden ist. Nach den letzten Untersuchungen von Küster liegt übrigens ein Gemisch mindestens von zwei Verbindungen im Hæmopyrrol vor, von denen die eine nur basischen, die andere auch saueren Charakter zeigt. In allen, auch in den letzten Phasen dieses Abbaus liegen noch grosse Unsicherheiten; immerhin steht das wichtige Ergebnis fest: aus Hæmatin und Chlorophyll kann man ähnliche Spaltungsprodukte erhalten.

Über die Natur des ganzen Chlorophyllmoleküles gewinnen wir aus den angeführten Umwandlungen noch kein Bild. Aber angedeutet finden wir eine Vorstellung bei Hoppe-Seyler. Sein Chlorophyllan, ein durch Säurewirkung modifiziertes Chlorophyll, enthielt 1.38 Proc. Phosphor. Anscheinend handelte es sich nicht um eine Verunreinigung, sondern es erschien wahrscheinlich, dass das Chlorophyll eine Verbindung des Lecithins oder selbst eine lecithinartige Verbindung sei. Diese Hypothese hat in den neunziger Jahren Stoklasa aufgegriffen und nachdrücklich vertreten. Er hat durch Entmischen von alkoholischen Grasextrakten mit Benzol ein Chloropyllpräparat (Chlorolecithin) hergestellt, das fast so viel Phosphor enthielt als

Lecithin. Diese Angaben sind aber irrtümlich. Wenn man nach der Methode von Kraus, am besten durch Verteilung zwischen Holzgeist und Benzin, Chlorophyll reinigt, so findet man gar keinen Phosphor darin beim Verarbeiten getrockneter Blätter und nur Spuren bei Extrakten aus frischem Material. Und mit einer neuen Methode Chlorophylllösungen zu reinigen, findet man das Resultat bestätigt. Vermischt man alkoholische Chlorophylllösungen mit Wasser, so erhält man kolloïdale Lösungen, die an Äther ohne weiteres nichts Grünes abgeben; man kann aber das Chlorophyll aussalzen und es so frei von Phosphor erhalten. Der Satz Stoklasas „ohne Phosphor kein Chlorophyll" ist hinfällig.

So fehlt es also an einer Vorstellung von der chemischen Natur des Chlorophylls. Man sieht leicht (obwohl auch das eine vielumstrittene Frage ist), dass es weder basische noch sauere Eigenschaften besitzt. Aber es wird Base und Säure bei der Hydrolyse, sei es durch Alkali oder Säure. Da handelt es sich um zwei Spaltungsreaktionen, die schon äusserlich ganz verschieden sind; Alkalien machen Chlorophyll alkalilöslich und dabei bleibt die Farbe erhalten, chlorophyllgrün; Säuren bewirken ein Umschlagen der Farbe in Olivgrün.

Was die Alkalien vom Chlorophyll wegnehmen, das können wir auffinden in den durch Säurewirkung entstehenden Umwandlungsprodukten; und was andererseits schon bei der gelindesten Einwirkung von Säure am Chlorophyll zerstört wird, das zeigt sich intakt an den in alkalischen Medien gebildeten Chlorophyllderivaten. Das ist die Methode, mit der wir an die Untersuchung des Chlorophylls herantreten, ohne das Chlorophyll selbst zu kennen.

Die Säurespaltung des Chlorophylls, wofür gewöhnlich konzentrierte wässrige oder alkoholische Salzsäure gedient hat, bewirken wir durch Versetzen der alkoholischen Extrakte mit Oxalsäure. So bekommt man leicht ein aschefreies Produkt von konstanten Eigenschaften; es ist in Alkohol fast unlöslich und kann daher gut gereinigt werden. Es erinnert an das mit Salzsäure dargestellten Phylloxanthin, aber identisch ist es nicht damit; es soll als Phæophytin bezeichnet werden (im Hinblick auf die olivenbraune Farbe seiner Lösungen). Für ein bestimmtes Pflanzenmaterial finden wir die Zusammensetzung des Phæophytins recht konstant, aber etwas differierend bei Präparaten aus verschiedenen Pflanzenklassen. Brennesseln, Platanen, Gras und Grünalgen haben als Ausgangsmaterial gedient. Ein Kilogramm trockener Blätter liefert zirka 3,5 g Phæophytin; man kann Chlorophyll mit diesem Präparat annähernd quantitativ bestimmen.

Das Phæophytin ist ein Wachs und somit zählt auch das Chlorophyll zu den Estern. Durch Lauge wird das Wachs leicht verseift und man bekommt den spezifischen Alkohol des Chlorophylls, der noch nicht bekannt ist. Er soll Phytol genannt werden.

Phæophytin aus Gras	gab	32.1	Prozent Phytol
Platanen		30.2	„ „
Grünalgen		29.6	„ „
Brennesseln		29.3	„ „

wir gewannen z. B. 300 g aus etwa 1100 g Phæophytin, d. i. ca. 100 g aus 100 kg trockener Blätter.

Auf den ersten Blick könnte man zweifeln, ob das Phytol wirklich zum Chlorophyll gehört und ob es nicht von beigemengtem pflanzlichem Wachs herrührt. Ähnliche Alkohole und zwar krystallisierende, die leichter isolierbar sind, hat Étard als Begleiter von Chlorophyll in vielen Pflanzen angetroffen. Der Zweifel ist aber leicht zu heben. Ein Präparat von rohem Phæophytin gab 27.70 Proc. Phytol. Dann haben wir es nochmal tagelang der Einwirkung von Oxalsäure unterworfen und wieder gab es nach der Isolierung 27.99 Proc. Phytol. Eine Portion dieses Phæophytins wurde aus Chloroform mit Alkohol und aus Alkohol allein wiederholt umgefällt und dann verseift. Wir erhielten abermals 27.76 Proc. Phytol. Das ist also sicher der Alkohol des Chlorophylls.

Phytol ist ein Öl vom spezifischen Gewicht $(D_4^0) = 0.864$, nicht krystallisierbar, unter üblichen verminderten Drucken nur mit starker Zersetzung destillierbar, dagegen unzersetzt siedend bei 145° im Vakuum des Kathodenlichtes. Die Zusammensetzung entspricht genau der Formel $C_{20} H_{40} O$; es ist ein einwertiger Alkohol und zwar ein primärer zufolge der Esterifizierungsgeschwindigkeit, die übrigens merkwürdige Abweichungen von den Regeln Menschutkins zeigt, bedingt durch besonders leicht eintretende Abspaltung von Wasser. Charakteristisch für das Phytol ist sein ätherlösliches Natriumsalz; im übrigen ist der Alkohol sehr schwierig durch Verbindungen zu charakterisieren, da seine Derivate sehr wenig Neigung zum Krystallisieren zeigen. Sein Aldehyd und dessen Oxim, seine Säure, andere Oxydationsprodukte und Abkömmlinge sind Öle; aber mit Phenylcyanat und Naphtylcyanat wurden krystallisierende Urethane erhalten. Phytol addiert ein Molekül Brom und Jodwasserstoff; es zeigt sich, dass es ein Alkohol der Olefinreihe ist.

Viel komplizierter sind die anderen, die N-haltigen Spaltungsprodukte des Phæophytins. Da entsteht nicht ein einzelnes Produkt, sondern fast unentwirrbare Scharen von schwach basischen und

zugleich saueren Verbindungen. Wir ordnen sie in zwei Reihen. Die Einen, olivgrün bis grün in indifferenter Lösung nennen wir Phytochlorine, die Anderen, rot in Äther, Phytorhodine; beide Reihen sind in saueren Medien blau bis blaugrün oder grün. Es wäre aussichtslos gewesen, eine Untersuchung dieser Gemische zu wagen, wenn nicht die ausserordentliche Differenzierung in der basischen Natur dieser Chlorophyllderivate — dafür gibt es wohl keine Analogie — zu einer Methode der Untersuchung und Fraktionierung mit Hilfe von Salzsäure verschiedener Konzentration geführt hätte. Hierüber ist in den Annalen der Chemie (Band 350) schon veröffentlicht worden.

So haben wir neben Phytol aus dem Phæophytin der Brennesseln, von Gras, von Grünalgen Phytochlorine und Phytorhodine vollkommen rein dargestellt. In der Zusammensetzung zwar ähnlich, sind doch die Spaltungsprodukte aus verschiedenen Pflanzen durchaus nicht identisch. Und bei einem und demselben Ausgangsmaterial findet man viel Variationen je nach den angewandten Methoden. So lässt es sich beweisen, dass es nicht einen einzigen bestimmten Stoff Chlorophyll gibt. Das Chlorophyll der verschiedenen Pflanzenklassen, der Dikotyledonen, Monokotyledonen, Gymnospermen und auch von Kryptogamen finden wir in genau definierten Hauptmerkmalen übereinstimmend. Aber in dem riesigen C H O N-Komplex sind nun zahlreiche Variationen nachgewiesen. Wenn wir uns erinnern, dass die wichtigsten Alkaloïde, wie Chinin, Atropin, Cocaïn, Nikotin von ganzen Familien der Nebenalkaloïde verwandter Konstitution begleitet werden, so wird uns der Nachweis der Variation bei dem ungleich grösseren Molekül des Chlorophylls nicht überraschen.

Phæophytin ist dem Gewicht nach der Hauptbestandteil des Chlorophylls, aber seiner Natur nach entfernt es sich sehr weit von der Muttersubstanz. Die Phytochlorine vermögen Metallsalze komplex aufzunehmen und mit dieser Reaktion werden sie mit einem Male viel ähnlicher dem Chlorophyll, namentlich in der Farbe. Dafür findet sich die Erklärung, wenn man die Reaktion des Chlorophylls mit Alkalien betrachtet, die zu einer ganz andersartigen Reihe von Spaltungsprodukten führt. Da wird Phytol abgetrennt und es entstehen Verbindungen mit sauerer Funktion. Sie sind chlorophyllgrün und sollen Chlorophylline heissen.

Ähnliche Verbindungen kommen in der Literatur schon öfters vor und zwar gewöhnlich als Alkachlorophyll bezeichnet; aber gegenüber den älteren Angaben bestehen in analytischer Hinsicht wesentliche Abweichungen. Namentlich ist das Alkachlorophyll früherer Autoren (Schunck und Marchlewski) als aschefrei beschrieben. Die Chlorophylline enthalten hingegen als einen wesentlichen mineralischen

Bestandteil Magnesium und zwar geben sie eine Asche von etwa 3.5 Prozent Magnesia. Und es hat sich gezeigt, dass das Magnesium dem Chlorophyll von Land- und Seepflanzen der verschiedenen Klassen gemeinsam ist.

Die Chlorophylline krystallisieren leider nicht, und sie bestehen möglicherweise so wie die Derivate der Phæophytinspaltung aus Gemischen ähnlicher Verbindungen. Immerhin gelingt es, diese komplexen Substanzen zu reinigen und dadurch sicher zu stellen, dass nicht etwa Magnesiumverbindungen anderer Art, vielleicht fettsauere Salze oder Alkoholate beigemischt sind. Man kann nach der Verseifung des Chlorophylls aus der rohen ätherischen Chlorophyllinlösung mit Dinatriumphosphat als Alkali die Chlorophylline extrahieren und sie durch vorsichtigen Zusatz von Mononatriumphosphat wieder entbinden. Fettsäuren, Alkohole und dergleichen sind nun nicht mehr beigemischt; es ist eine vortreffliche Reinigung. Aber auch hiernach erschien das Auftreten von Magnesium noch nicht genügend einwurfsfrei festgestellt, bis es endlich gelang, durch den weiteren Abbau von Chlorophyllin ganz einheitliche, gut krystallisierende komplexe Magnesiumverbindungen zu isolieren. Sie entstehen beim Erhitzen der grünen Substanz mit einem grossen Überschuss von konzentriertem alkoholischem Kali auf 100, 140 und 200°. Zuerst bilden sich prachtvoll blaugefärbte und ungeheuer fluoreszierende Verbindungen (Glaukophyllin). Dann bei gegen 200° intensiv rot gefärbte, noch ziemlich stark fluoreszierende, sehr schön krystallisierende Abbauprodukte, Rhodophylline. Mit der Untersuchung dieser Rhodophylline haben wir uns beschäftigt und zunächst eines davon (α) rein und einheitlich dargestellt. Als eine starke Säure lässt es sich mit sehr verdünntem Ammoniak von einem beigemischten schwach saueren Rhodophyllin (β) abtrennen und dann durch mehrmaliges Umkrystallisieren aus Äther vollends reinigen. Hierbei erfährt die Verbindung infolge von Wasserabspaltung wesentliche Änderungen; sie enthält dann 6 Prozent Magnesia und 8.9 Prozent Stickstoff. Charakteristisch für das Rhodophyllin α ist sein prachtvolles schwer lösliches Kaliumsalz. So widerstandsfähig das Metall gegen den Angriff von Alkalien ist, so leicht wird es von Säuren herausgeholt z. B. schon von Eisessig in der Kälte. Die Entstehungsweise des Rhodophyllins stellt es nun sicher, dass das Magnesium wirklich zum Chlorophyllmolekül gehört und dass es darin komplex gebunden ist.

Die Spaltungsreaktionen des Chlorophylls verlaufen also nach zwei Richtungen: in alkalischen Medien wird der Ester verseift, in saueren das Metall eliminiert, dagegen der Ester verschont.

Kehren wir nun zu dem Abbau zurück, der von Chlorophyll zu anscheinend demselben Hæmopyrrol geführt hat, das sich aus Hæmin erhalten lässt. Auf dieser Tatsache fussen geistvolle Hypothesen von Nencki über die Ähnlichkeit des Blatt- und Blutfarbstoffs, die auch hindeute auf einen genetischen Zusammenhang zwischen pflanzlichem und tierischem Leben. Man hätte schon früher einwenden können, dass das Hæmopyrrol doch eigentlich nur einen kleinen Bruchteil des ganzen Moleküls von Chlorophyll oder Hæmoglobin bedeutet, zudem mit gewaltsamen Reaktionen herausgeschält. So können wir Eiweiss zum Indol abbauen und Indigo gleichfalls; wir denken aber nicht daran, die beiden Stammkörper in besonders enge Beziehungen zu bringen. Wichtiger als dieser Einwand ist nun aber der Beweis, dass die beiden grossen Katalysatoren verschiedenartige Metallkomplexe gebunden enthalten. Ganz ungleichartig ist die Funktion von Blatt- und Blutfarbstoff; der Funktion scheint die Natur des Metalles zu entsprechen. Das am Transport, an der Uebertragung des Sauerstoffs beteiligte Hæmoglobin enthält Eisen, das in der Reduktion der Kohlensäure wirksame Chlorophyll enthält Magnesium. Wir dürfen diese hochmolekularen Komplexe mit einfacheren Analogen vergleichen. Beim gelben Blutlaugensalz finden wir die reduzierende Wirkung des zweiwertigen Eisens, im roten Blutlaugensalz die Oxydationswirkung der Ferriform. Die organischen Magnesiumverbindungen, z. B. die von Grignard, zeigen die Oxydierbarkeit des Metalls und seine Affinität zur Kohlensäure. Die Rolle des Chlorophylls in der Assimilation ist bisher nur nach der physikalischen Seite erörtert worden. Wir entfernen uns aber wohl nicht zu weit von den Tatsachen, wenn wir die Vermutung äussern, dass bei der Aufnahme von Kohlensäure in der grünen Pflanze das reaktionsfähige basische Metall sich betätigt.

Neben der Assimilation der Kohlensäure geht ein zweiter Prozess in der Pflanze einher, der weniger erheblich ist für den Kreislauf des Stoffes: die Sauerstoffatmung, welche die für die Lebenstätigkeit erforderliche Energie liefert. Auch dieser Vorgang ist chemisch noch nicht erklärt. Aber eine beachtenswerte Idee ist geäussert worden, die sich auf die Funktion der gelben Chlorophyllbegleiter in den grünen Blättern bezieht: Arnaud hat die Hypothese aufgestellt, dass diese gelben Stoffe an der Sauerstoffatmung Anteil nehmen.

Mit diesen Chlorophyllbegleitern, die man mit dem Sammelnamen Xanthophylle zusammenfassen kann, haben sich viele Chemiker beschäftigt, namentlich Arnaud und Tschirch. Arnaud hat es sehr wahrscheinlich gemacht, dass in den Blättern dieselbe gelbe Verbindung enthalten ist, wie in der gelben Rübe, das Carotin. Dieses ist schon

im Jahre 1847 von Zeise als Kohlenwasserstoff angesprochen worden. Die Ansichten haben dann geschwankt, manche Autoren fanden darin Sauerstoff, andere nicht. Arnaud hat schliesslich festgestellt, dass das Carotin wirklich ein Kohlenwasserstoff ist und hat auf Grund sehr eingehender Versuche ihm die Formel $C_{26} H_{38}$ zugeschrieben. Merkwürdigerweise aber sind von Arnaud keine Analysen erbracht worden für das Carotin der grünen Blätter. Viel weiter ist die spektralanalytische Untersuchung geführt worden, namentlich von Monteverde, von Tschirch und von C. A. Schunck und Marchlewski, mit dem Ergebnis, dass wahrscheinlich drei, mindestens aber zwei Carotine in den grünen Blättern vorliegen.

Wir haben die Analyse der gelben Stoffe in Angriff genommen und die Angabe von Arnaud bestätigt gefunden, dass der Kohlenwasserstoff Carotin in den grünen Blättern enthalten ist. Wir haben das Carotin aus Daucus Carota mit dem Carotin aus Blättern direkt verglichen und analytisch identifiziert. Aber nicht richtig ist es, nach Arnaud anzunehmen, dass alles Gelbe in den Blättern oder auch nur die Hauptmenge davon wirklich Carotin ist. Eine zweite schön krystallisierende Substanz und zwar eine sauerstoffhaltige fand sich viel reichlicher: sie soll nun speziell als Xanthophyll bezeichnet werden. Wir erhielten z. B. aus einer Portion von 100 kg trockener Brennesselblätter 3.1 g Carotin, aber über 12 g Xanthophyll. Es lässt sich nun sehr leicht verstehen, dass die Analysen des Blättercarotins nicht befriedigend ausgefallen sind. Einmal beobachten wir an Carotin sowie an Xanthophyll die Fähigkeit mit sehr vielen Solventien zu krystallisieren und zwar derart, dass die Krystalllösungsmittel in manchen Fällen gar nicht entfernt werden können, und dann bekommt man eben im allgemeinen Gemische der beiden krystallisierenden gelben Stoffe. Sie sind einander sehr ähnlich im Schmelzpunkt, in der Farbe, in der Blaufärbung mit Schwefelsäure und in vielen anderen Eigenschaften. Nur ist Carotin auch in dünner Schicht mehr rot, Xanthophyll mehr orangegelb in der Durchsicht; Carotin ist in Alkohol fast unlöslich, in Petroläther löslich, Xanthophyll umgekehrt in Petroläther unlöslich, in Alkohol löslich.

Die Analyse hat ein überraschendes Resultat gegeben. Die Formel von Arnaud (auf 1 C : 1.46 H) ist abzuändern. Carotin enthält $C : H = 1 : 1.40$, also $(C_{10} H_{14})_x$, und zufolge der Bestimmung des Molekulargewichtes in Chloroformlösung nach der ebullioskopischen Methode ist die Formel $C_{40} H_{56}$. Und Xanthophyll ist nach Analyse, Molekulargewichtsbestimmung und Jodaddition das Oxyd des Carotins: $C_{40} H_{56} O_2$.

Die Hypothese von der Rolle des Carotins bei der Atmung gewinnt vielleicht an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass das Oxyd den Kohlenwasserstoff begleitet. Arnaud hat die Hypothese dadurch gestützt, dass er zeigte, Carotin oxydiere sich leicht; bei 70° soll es 21 Prozent Sauerstoff aufnehmen. Nach unseren Beobachtungen führt die Sauerstoffaufnahme noch viel weiter. Xanthophyll addiert nämlich schon bei gewöhnlicher Temperatur, indem es ausbleicht, über 36 Prozent seines Gewichtes Sauerstoff, also das im Xanthophyll enthaltene Carotin 44.2 Prozent seines Gewichtes an Sauerstoff.

Die Untersuchung der Konstitution dieser schönen gelben Stoffe, die ja erst im Anbeginn hält, bietet eine lockende Aufgabe; insbesondere bietet es grossen Reiz, zu prüfen, ob nicht vielleicht diese stickstofffreien Begleiter des Chlorophylls mit diesem selbst genetisch verknüpft sind; ob sie nicht vielleicht hervorgegangen sind aus dem Alkohol C_{20} H_{40} O durch einen einfachen Dehydrogenisationsprozess?

Eine neue Theorie der Narkose.

Von

RUDOLF HÖBER.

Erst vor wenigen Jahren ist von Hans Meyer[1]) und Overton[2]) eine Theorie der Narkose aufgestellt worden, welche allgemeine Anerkennung gefunden hat, und es mag deshalb zunächst befremdend erscheinen, dass eine neue Theorie zum Gegenstand der folgenden Mitteilung gemacht werden soll. Indessen braucht man sich nur den Inhalt der Meyer-Overtonschen Theorie zu vergegenwärtigen, um zu erkennen, dass diese Theorie noch weit davon entfernt ist, die Frage nach dem Verhältnis der narkotisierenden Substanzen zu der Erregbarkeit der lebenden Zellen abschliessend zu beantworten[3]).

Die Theorie von Meyer und Overton besagt:

Ein Narkotikum ist ein Stoff, welcher zugleich im Wasser und in den Zell-Lipoiden löslich ist; seine narkotische Kraft ist umso grösser, je grösser der Teilungskoeffizient Lipoid : Wasser ist.

Danach tritt also Narkose dann ein, wenn sich irgend eine lipoidlösliche Substanz, welche in der die Zelle umspülenden Lösung enthalten ist, bis zu einer bestimmten Konzentration in den Lipoiden angesammelt hat; ein „starkes" Narkotikum braucht in der umspülenden Lösung nur in relativ geringer Konzentration vorhanden zu sein, um, dank seinem hohen Teilungskoeffizienten Lipoid : Wasser, diese bestimmte Konzentration im Lipoid zu erreichen, während ein „schwaches" Narkotikum sich erst bei einer relativ grossen Konzentration im wässerigen Zellmedium bis zu der wirksamen Konzentration im Lipoid häuft.

Natürlich fragt man nun sofort weiter: was hat die Tränkung

---

[1]) Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie 42, 109 (1899).

[2]) Studien über Narkose. Jan. 1901. Ferner: Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellsch. in Zürich 44, 88 (1899).

[3]) Siehe dazu: Höber, Physikal. Chemie der Zelle und der Gewebe. 1. Aufl. S. 119. Leipzig. 1902.

der Zell-Lipoide mit dem narkotisierenden Stoff eigentlich mit der die Narkose kennzeichnenden Aufhebung der Zellerregbarkeit zu tun? und auf diese nächstliegende Frage gibt die Theorie von Meyer und Overton keine Antwort mehr. Da die typischen Narkotika sich durch grosse chemische Indifferenz auszeichnen, so kann man höchstens noch aus der Theorie folgern, dass durch die Aufnahme der Narkotika die Lipoide eine Änderung ihres physikalischen Verhaltens erfahren, welche auf die Erregbarkeit zurückwirken muss; über die Natur dieser physikalischen Änderung kann aber auch nichts ausgesagt werden.

Ich bin nun, von ganz andern Beobachtungen, als Meyer und Overton, nämlich von Studien über den Erregungsprozess ausgehend, zu einer Theorie der Narkose gelangt, welcher zunächst jeder Zusammenhang mit der herrschenden Theorie zu fehlen scheint. Ich habe früher auf Grund von Versuchen die Ansicht ausgesprochen, dass eine wesentliche Phase des komplexen Erregungsvorgangs ein Kolloidprozess in der Plasmahaut der erregten Zellen ist. Ein Narkotikum ist nun als ein Stoff anzusehen, welcher diesen Kolloidprozess hemmt.

Die Kolloidhypothese über die Erregung stützt sich auf folgende Gründe:

1. Ich habe gezeigt[1]), dass die Erregbarkeit der Muskeln von den Jonen der Alkalisalze, welche in isotonischer Lösung auf die Muskeln einwirken, derart abhängt, dass die Erregbarkeit durch die Kationen in der Reihenfolge Li, Na, Cs, NH_4, Rb, K, durch die Anionen in der Reihenfolge SCN, J, Br, Cl, CH_3COO, SO_4 beeinflusst wird. In ähnlicher Weise stuft sich die eiweissfällende und die gelatinequellende Wirkung der Jonen ab; hier lauten die Reihenfolgen nach Hofmeister, Posternak und Pauli: Li, Na, K, NH_4, und J, Br, Cl, CH_3COO, SO_4. Danach kann man die Annahme machen, dass die Erregbarkeit etwas mit dem Zustand der Protoplasma- resp. Plasmahaut-Kolloide zu tun hat.

2. Diese Annahme wird unterstützt durch neue Versuche über die Salzfällung von Eiweiss, die mir zur Ergänzung des vorliegenden Materials notwendig erschienen. In der physiologischen Reihe der Kationen fällt nämlich sofort die Stellung von Cs zu K und Rb auf; das Cs, das chemisch mit K und Rb in eine Gruppe rangiert, verhält sich physiologisch ähnlich wie Na. Nun trifft genau dasselbe für den Einfluss des Cs auf genuines Eiweiss zu. Ich habe u. a. Fällungen von Hühnereiweiss mit 3-, 4- und 5-fach-normal-Alkali-

[1]) Pflügers Archiv 106, 599 (1905).

sulfat und mit 3,5-, 4- und 5-fach-normal-Alkalichlorid vorgenommen und festgestellt, dass die Kationen-Reihenfolge lautet: Li, Cs, Na, Rb, K.

3. Die Erregbarkeit der peripheren Nerven ist in ähnlicher, wenn auch, wie es scheint, nicht identischer Weise von den Jonen der Alkalisalze abhängig, wie die der Muskeln[1]). Daher kann man annehmen, dass auch die Nervenerregbarkeit an einen bestimmten Kolloidzustand gebunden ist. Und in der Tat konnte ich zeigen,[2]) dass das mikroskopische Bild der Nervenfasern, das als Ausdruck der Kolloidverteilung in ihnen angesehen werden kann, die durch verschiedene Alkalisalzlösungen erzeugten Erregbarkeitszustände im Aussehen der Axenzylinder und der Markscheiden widerspiegelt.

4. Das generelle Erkennungszeichen des Erregungsprozesses ist der Aktionsstrom, bestehend in der flüchtigen Negativitätswelle, die über die erregte Zelle hinläuft. Man kann diese Negativität lokal und für längere Zeit, aber doch reversibel, auch durch lokale Salzbehandlung erzeugen; dabei ordnen sich die Jonen nach der Grösse der elektromotorischen Kraft der entstehenden Ruheströme wieder in die Reihenfolge Li, Na, Cs, NH_4, Rb, K und SCN, J, Br, Cl, CH_3COO, SO_4[3]). Diese Tatsachen lassen sich dahin interpretieren, dass bei der Erregung eine wellenförmige reversible Zustandsänderung der Plasmahautkolloide über die erregbaren Gebilde hinläuft, welche begleitet ist von einer Änderung der Jonenpermeabilität der Plasmahaut der Art, dass die jeweilen erregte Stelle sich negativ verhalten muss gegen die unerregte. —

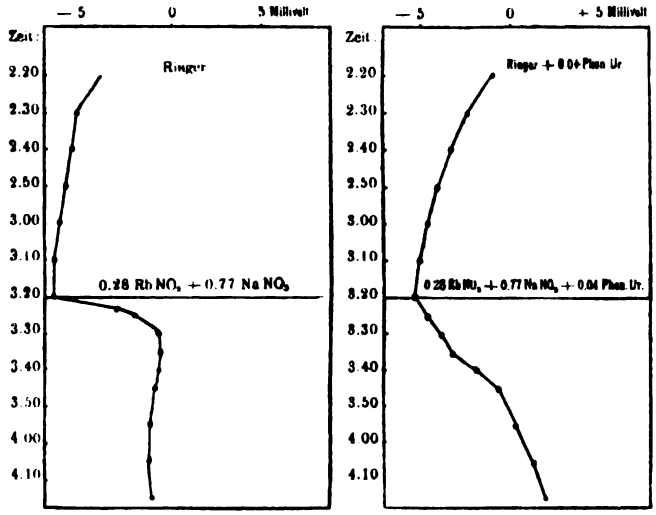
Wenn nun diese Hypothese über den Erregungsprozess richtig ist, d. h. wenn ein Kolloidvorgang ein wesentliches Glied des Erregungsprozesses bildet, so muss Aufhebung des Kolloidvorgangs mit Aufhebung der Erregbarkeit gleichbedeutend sein. Und umgekehrt: wenn sich zeigen lässt, dass mit dem Erlöschen der Erregbarkeit zugleich der Kolloidprozess versagt, so kann man darin ein Zeichen dafür erblicken, dass der Kolloidvorgang wirklich zur Erregung dazu gehört. In der Tat hat es sich nun gezeigt, dass, wenn man die Erregbarkeit von Muskeln durch Narkotika vermindert oder aufhebt, auch der typische als Kolloidvorgang zu deutende Salzeinfluss alteriert wird.

Die Versuche, die dies beweisen, sind im allgemeinen so angestellt[4]), dass die beiden unverletzten Sartorien eines kurarisierten Frosches (Temporarien) in zwei Lösungen eingetaucht wurden, aus

---

[1]) Siehe: Höber, Physikal. Chemie der Zelle u. der Gewebe, 2. Aufl. 1906, S. 277.
[2]) Zentralblatt f. Physiologie 19, 390 (1905).
[3]) Höber: Pflügers Archiv 106, 599 (1905).
[4]) Zum Teil in Gemeinschaft mit Privatdozent Dr. P. Schatiloff (Charkow).

denen, ebenso wie vom „Längsschnitt“ der Muskeln mit Ringer-Calomel-Elektroden zu einem Galvanometer abgeleitet wurde. Die beiden Lösungen unterschieden sich nur dadurch von einander, dass der einen ein Narkotikum zugesetzt war, der andern nicht. Als Narkotika wurden verwendet: Chloroform, Chloralhydrat, Acetal, Äthylurethan und Phenylurethan. Zu weitaus den meisten Versuchen diente Phenylurethan in einer Konzentration von 0,04—0,05 %; die Narkose kann bei dieser Konzentration lange ohne Schädigung aufrecht erhalten werden, was sich erstens daran erkennen lässt, dass Muskeln, welche einige Stunden in Ringerscher Lösung mit einem Zusatz von 0,04 % Phenylurethan gelegen haben, ihre ursprüngliche



Erregbarkeit bei Rückübertragung in reine Ringer-Lösung wiedererlangen, zweitens daran, dass Muskeln, deren eines Ende in Ringer-Lösung mit Phenylurethan eingetaucht wird, stundenlang stromlos bleiben können.

Lässt man nun auf das Ende eines Sartorius die Lösung eines stromentwickelnden Salzes, etwa $NaNO_3$, auf den andern Sartorius in genau der gleichen Weise $NaNO_3$ + 0,04 % Phenylurethan einwirken, so beginnt im ersten Fall sofort die Entwicklung des Ruhestroms, im zweiten bleibt sie aus, wenigstens zunächst. Ganz allmählich bildet sich dann aber auch hier der übliche Strom aus. Das typische Verhalten illustriert am besten das obenstehende Kurvenpaar eines Versuches, in dem eine Kombination von 0,28 % $RbNO_3$ mit 0,77 % $NaNO_3$ mit und ohne Phenylurethan zur Wirkung kam.

In dieser Weise wurden bisher untersucht: LiCl, LiBr, NaJ, $NaNO_3$, Cs_2SO_4, NH_4Cl, NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$, RbCl, $RbNO_3$, KNO_3, KCl.

Das Resultat war in allen Fällen das gleiche, nämlich: die Salzwirkung, also der Kolloidprozess, wird durch das Narkotikum gehemmt. Nicht aufgehoben; vielmehr wird offenbar das Kolloid nur träger, die sonst schnelle Kolloidreaktion verläuft mit starker Verzögerung. Danach hätte man sich also vorzustellen, dass bei narkotisierten Muskeln der Erregungsprozess dadurch gestört ist, dass der flüchtige elektrolyt-chemische Vorgang im erregbaren Gebilde, der als Einleitung des ganzen Erregungsvorganges zu denken ist, auf ein reaktionsträges Kolloid wirkt, das seine bei der Erregung notwendige Zustandsänderung infolge seiner Trägheit noch nicht zu beginnen vermochte, wenn der anregende flüchtige chemische Prozess bereits beendet ist.

Man könnte nun noch einwenden, dass die beobachteten Hemmungen des Salzkolloidprozesses auf Zusatz der Narkotika gar nichts mit deren narkotisierender Fähigkeit zu tun haben, da organische Verbindungen, auch wenn sie nicht narkotisch wirken können, wenigstens gewisse Kolloidvorgänge, nämlich einige Vorgänge an Gallerten zu hemmen vermögen. So ist z. B. bekannt,[1]) dass Traubenzucker die Durchlässigkeit sowie die Quellbarkeit von Gelatine-Gallerte vermindert, während Harnstoff beide umgekehrt erhöht. Man kann sich aber davon überzeugen, dass weder Traubenzucker noch Harnstoff auf die ruhestromentwickelnden Fähigkeiten der Salze einen nennenswerten Einfluss ausüben. Also ist die Hemmung des Salzkolloidprozesses wirklich Sache der Narkotika. —

In welchem Verhältnis steht nun diese neu gewonnene Anschauung über die Narkose zu der Theorie von Meyer und Overton? Meyer und Overton geben an, dass Narkose eintritt, wenn ein narkotisierender Stoff bis zu einer gewissen kritischen Konzentration in den Zell-Lipoiden angesammelt ist, woraus gefolgert werden kann, dass die Lipoide wahrscheinlich durch die Narkotika eine physikalische (siehe oben) Veränderung erfahren, welche den Erregungsprozess unmöglich macht. Auf der andern Seite komme ich zu der Annahme, dass Narkose eintritt, wenn ein narkotisierender Stoff eine zum Erregungsprozess gehörige Kolloidzustandsänderung zu hemmen vermag. Da nun von den Lipoiden zumindest das Lecithin in Gegenwart von Wasser kolloidal ist, so lassen sich beide Theorien an einander anschliessen, wenn man annimmt, dass der hypothetische physikalische Vorgang, der sich, der Meyer-Overtonschen Theorie zufolge, bei der Narkotisierung in den Lipoiden abspielen muss, in der Änderung der kolloidalen Eigenschaften der Lipoide besteht.

---

[1]) Bechhold & Ziegler, Zeitschr. f. physik. Chem. 56, 105 (1906).

Indessen kann es doch aus mehreren Gründen als noch verfrüht bezeichnet werden, die beiden Theorien in dieser Art mit einander zu verknüpfen. Denn erstens kennt man bisher nur die Abstufung der Salzwirkungen gegenüber Eiweiss und Gelatine, nicht gegenüber dem Lecithin, wenn auch wahrscheinlich ist, dass Lecithin sich gegen die Salze nicht anders verhält, wie jene, da die Salzwirkungen auf die Kolloide in die grosse Kategorie der Löslichkeitsbeeinflussungen gehören, in der die genannten Abstufungen häufig wiederkehren. Zweitens ist zu bedenken, dass die Plasmahaut, in die der Erregungsvorgang gemäss der hier gegebenen Darstellung mindestens zum Teil verlegt wird, gewiss nicht bloss eine Lipoidhaut ist, da die ganze komplizierte regulative Stoffaufnahme von ihren veränderlichen Eigenschaften abhängt; vielmehr ist es wahrscheinlich, dass auch Eiweiss zu ihren Bestandteilen gehört,[1]) und man kommt vielleicht augenblicklich am weitesten mit der Vorstellung, dass die Plasmahaut teils aus rein lipoiden Elementen zusammengesetzt ist, welche für Wasser undurchlässig und allein für lipoidlösliche Stoffe, wie die Narkotika, durchlässig ist, und teils aus Elementen, welche, u. a. aus Eiweiss und Lecithin gebildet, im allgemeinen eine semipermeable, d. h. bloss wasserdurchlässige Membran bilden, im speziellen aber durch bestimmte Stoffwechseleinflüsse vom Innern der Zelle her in ihrer Permeabilität verschiedene Änderungen erfahren können; in diesen letzteren Elementen würde sich dann der die Erregung begleitende und in der Narkose gehemmte physikochemische Vorgang, die kolloidale Zustandsänderung, abspielen. Wie weit diese Vorstellung genügt, darüber wird man nicht eher etwas sagen können, als bis die Beziehungen der Salze zum Lecithin studiert sind, und bis festgestellt ist, auf welche Plasmahaut-Bestandteile die Salze wirken. Im übrigen sei nur noch erwähnt, dass bereits vor längerer Zeit festgestellt wurde,[2]) dass durch Narkotika das Fällungsvermögen der Salze gegenüber Lecithin und Eiweiss gehemmt werden kann.

Zürich, den 18. Februar 1907.

---

[1]) Höber, Physikal. Chemie der Zelle u. der Gewebe, 2. Aufl. S. 176 ff (1906)
[2]) Höber und Gordon, Hofmeisters Beiträge 5, 432 (1904).

Nebensonnen und Ringe vom 10. Februar 1907,

gesehen in der Nordostschweiz.

Von

Albert Heim.

Wir waren über dem das Zürichseetal erfüllenden Nebelmeer in den Sonnenschein getreten. Die Lufttemperatur betrug etwa 5° unter Null. Aber auch in der Höhe war der Himmel nicht klar, sondern fein verschleiert. Immerhin warf die Sonne noch kräftige Schatten. Berge bis 2300 m Meerhöhe waren scharf zu sehen, Berge über 2500 m aber in weisslichen Schleier gehüllt und unsichtbar. Gegen Norden erschien dem Horizont entlang ein blauer Streifen reinen Himmels. Als ich mittags 12 ½ Uhr aus dem Hotel auf den Platz in Einsiedeln (etwa 900 m Meerhöhe) trat, bemerkte ich einen hellen schmalen Streifen durch den Himmel und in demselben beiderseits der Sonne in gleichen Abständen zwei helle Flecken und überdies einige Stücke farbiger Bogen. Die Erscheinung hielt, bald etwas an Intensität zunehmend, dann wieder abnehmend, mehr als drei Stunden lang an.

Weil es von Wert ist, das nicht gerade häufige Phänomen zu registrieren, will ich in dieser Zeitschrift berichten, was ich selbst beobachtet habe und was andere mir darüber mitgeteilt haben. Leider war ich mit keinerlei Hilfsmitteln versehen, um Winkelmessungen vorzunehmen, und das Abstecken und Schätzen von Winkeln im tiefen Schnee ging schlecht.

Die Sonne stand in einem weissen, verschwommenen, blendenden Hof von etwa 3 bis 4fachem Sonnendurchmesser. In der gleichen Horizonthöhe wie die Sonne und in gleichem Abstand von etwa 22° von derselben sowohl westlich wie östlich erschien je ein hell glänzender Fleck, eine sogenannte Nebensonne. Die Nebensonnen waren nicht rund, nicht weiss strahlend wie die Sonne zwischen ihnen, sondern hatten mehr die Gestalt eines kurzen Kreuzes und waren schön spectralfarbig, rot auf der Seite gegen die Sonne, blau nach aussen.

Die beiden Nebensonnen erwiesen sich immer deutlicher als die Schnittstellen zweier Lichtringe, daher wohl die unrunde Gestalt.

Von den beiden Nebensonnen ging ein scharf begrenzter, ganz schmaler silberweisser horizontaler Streifen in gleicher Horizonthöhe nach aussen. Er mochte höchstens die Breite eines Sonnendurchmessers haben und war ganz farblos. Der Lichtstreifen zog sich ringsum und schloss sich im Norden zusammen als ein Ring mit dem Zenit als Mittelpunkt. Der einzige Unterbruch war das Stück zwischen den Nebensonnen, das durch die Sonne selbst gehen sollte. Die Sonne stand aber genau in der Verlängerung des Lichtbandes. Es ist dies der schon so oft beschriebene Nebensonnenring oder Horizontalkreis.[1])

Um die Sonne als Mittelpunkt erschien ein kleinerer, verwischterer, breiterer, aber etwas matterer Ring in schwachen Regenbogenfarben, ein „Halo". Ihm gehören die Nebensonnen an. Sie sind die Schnittstellen des farbigen Halo mit dem nicht farbigen grossen Horizontalkreis. Die Farben der Nebensonnen erscheinen bloss als eine lokale Verstärkung der Farben des Halo auf nicht nur doppelte, sondern mehrfache Intensität. Immerhin blieb die Intensität der Farben auch hier noch unter derjenigen eines schönen Regenbogens, das weissliche Licht war vorherrschend. Ich schätzte den Radius des Halo und damit den Abstand der Nebensonnen von der Sonne auf etwa 25°, es handelt sich hier offenbar um die häufigste Erscheinung bei Eisnadelschleier in der Höhe, den sogenannten „kleinen Halo von 22° Radius".

Über der Sonne gegen den Zenit hin erschienen noch zwei Stücke farbiger Ringe mit Mittelpunkt im Zenit („Zirkumzenitale Bogen"). Der grössere, der „obere Berührungsbogen", schnitt den Halo von 22° Radius an, und die Schnittstelle sah zeitweise aus wie eine etwas in die Länge gezogene obere Nebensonne, abermals das Rot gegen die Sonne, das Blau gegen den Zenit. Der viel kleinere hoch oben war ziemlich breit, sehr schön und zart in den Farben, und hatte Rot aussen, Blau innen. Die von dem kleineren Zenitkreis zwar nicht ganz umgrenzte Kreisfläche um den Zenit erschien nicht wie der übrige Himmel weisslich verschleiert, sondern in reinem, tiefem Blau.

Eine untere Nebensonne konnte für unsern Standpunkt wegen den Bergen und dem zu tiefen Sonnenstand nicht zu stande kommen, in jener Richtung war der Wolkenschleier leuchtend gelblichweiss. Von Gegensonnen war keine Spur zu sehen.

---

[1]) Ich schliesse mich in der Beschreibung soviel als möglich den Bezeichnungen an, wie sie in Peruter „Meteorologische Optik" verwendet sind.

Während der Dauer der Erscheinung sank der Eiswolkenschleier tiefer, so dass nachmittags 3 Uhr auch Berge von bloss 2000 m Meerhöhe etwas verschleiert waren. Die Luft auch der höchsten Regionen schien vollständig bewegungslos zu sein. Was bei dem vorliegenden Fall deutlicher als bei manchen anderen beschriebenen Beispielen, aber ganz übereinstimmend mit andern Beobachtungen hervortrat, das ist der Umstand, dass der 22°-Halo und die beiden engeren Zenitringe farbig und zwar gegen die Sonne hin rot, nach aussen oder gegen den Zenit blau sind, die Farbfolge also bei beiden inneren Zenitringen die gleiche ist. Dagegen ist der grosse Horizontalkreis durchaus ohne Farben. Die Ringe mit Farben müssen durch Brechung oder Beugung der Lichtstrahlen in oder an den Eisnadeln, der grosse Horizontalring dagegen kann, weil er ohne Farben ist, nur durch Reflexion der Lichtstrahlen an den Aussenflächen der Eisnadeln entstanden sein. Für die Ringe waren zwei Zentren — Sonne und Zenit — wirksam, und um letzteres Zentrum stand ein Reflexionskreis und zwei Brechungs- oder Beugungskreisbogen. Der Wolkenschleier in der Höhe kann bei der vorhandenen niedrigen Temperatur nur aus Eisnädelchen bestanden haben und der Umstand, dass sich der Schleier bei Windstille während der Dauer des Phänomens um einige hundert Meter langsam gesenkt hat, macht es sehr begreiflich, dass beim Fall durch das hindernde Medium der Luft eine Stellungsordnung, und zwar ein Vorherrschen der senkrechten Nädelchen zu stande gekommen war, was ja die theoretische Bedingung für die Erscheinung ist. Der farblose grosse Zenitring ist vollständig erklärt worden aus Reflexion an den senkrechten Prismenflächen, der Halo als Hof aus Strahlenbrechung.

Was ich beobachten konnte und ebenso was andere am 10. II. beobachtet haben, bietet also nur geringe Variationen, nichts Neues, ist aber eine Bestätigung der Angaben vieler anderer und im besonderen auch der von der Theorie, wie sie durch Galle und Bravais durchgeführt worden ist, angenommenen Bedingungen (vgl. Peruter, Meteorolog. Optik 1906).

Das Phänomen vom 10. Februar, so wie ich es beobachtete, unterschied sich von manchen anderen beschriebenen Fällen dadurch, dass nur zwei Nebensonnen sichtbar waren, Gegensonnen fehlten. Ferner dadurch, dass der grössere Halo von 46° Radius gänzlich fehlte. dagegen ein ziemlich breiter kleiner zirkumzenitaler Farbkreis sehr deutlich und schön farbig war. Der weisse Horizontalkreis war besonders scharf begrenzt. Zeitweise nahm der (zirkumzenitale?) „obere Berührungsbogen am Halo von 22°“ die Gestalt von zwei farbigen Hörnern an, die erst auf- und auswärts, dann abwärts gebogen waren,

und deren Verbindung an dem Punkte senkrecht über der Sonne den Halo von 22° etwas eindrückte. Manchmal sah es fast aus, als ob wir es in diesen Hörnern mit zwei Ästen der exzentrischen Halos (Schult, Norwegen, 27. III. 1826, ferner Sieberg, 4. Sept. 1900 in Aachen) zu tun hätten. Während einiger Zeit erschienen die Hörner der Art, dass ich sie als Stücke zweier seitlicher Halos skizzierte, welche die Nebensonnen zum Zentrum hatten. Ich lasse noch einige Mitteilungen von anderen Beobachtern über das Phänomen vom 10. Februar 1907 folgen, die wieder allerlei Variationen erkennen lassen. Die mit (Dir. M.) bezeichneten waren der meteorologischen Zentralanstalt zugesendet worden und sind mir durch Herrn Direktor Dr. Maurer gütigst zur Benutzung übergeben worden.

Der Himmel hatte weitherum den gleichen feinen Eisnadelschleier und alle Beobachter erwähnen denselben. Weitherum wurden die Nebensonnen gesehen.

Vom Wildkirchli (Kt. Appenzell) aus sah Prof. Dr. Martin in gleichen Abständen und gleicher Horizonthöhe beiderseits von der Sonne je eine Nebensonne als farbigen, verschwommenen Fleck, alle Kreise und Bögen fehlten.

Herr Chemieassistent H. Leemann (Dir. M.) beobachtete von der Kreuzegg östlich Wald aus. Er sah den Horizontalkreis und „auf demselben verteilt sechs helle Lichtpunkte", von denen die zwei zunächst beiderseits der Sonne am hellsten und farbig waren. Über der Sonne befand sich eine regenbogenfarbige Linie von schlangenartiger Form, die deutlich drei gleiche Radien aufwies — die „Hörner". Noch höher sah der Beobachter zwei kurze gegeneinander konvex gestellte, sich tangierende Bogenstücke — er meint „im Zentrum des Horizontalkreises". Das waren aber wohl grosser Halo und Zirkumzenitalkreis. Gegen 3 Uhr hatte sich der kleinere Halo vollständig ausgebildet.

In Wernetshausen am Bachtel (bei Hinwil) beobachtete Herr Lehrer Ed. Benz, von Herrn Lehrer Stadlin darauf aufmerksam gemacht, 1 Uhr 15 Minuten den Horizontalkreis und in demselben ausser den beiden starken farbigen Nebensonnen etwa in der doppelten Distanz von der Sonne wie diese noch zwei bleichere Nebensonnen. Nach seiner Skizze erscheint über der Sonne der 22°-Halo etwas eingedrückt und dort die Farben am stärksten. Ausserdem stand hoch oben ein Stück des grossen Halo, der von Einsiedeln gar nicht zu sehen war. Eine Viertelstunde später bildete sich noch ein innerer, milchweisser, zirkumzenitaler Ring, ungefähr in der Mitte zwischen dem Zenit und dem durch die Sonne gehenden Horizontalkreis. Ob das derselbe, nur mit unkennbar schwachen Farben war, den wir von Einsiedeln farbig gesehen haben oder ob es eine Doppelung des Nebensonnen-

kreises — ein zweiter Reflexionskreis war, muss ich dahingestellt sein lassen. Es scheint, dass je nach der Dichte der Eiswolke der gleiche Bogen bald farbig, bald bloss weiss erscheinen kann.

Ein Zeitungsberichterstatter, der von Wernetshausen um 1 Uhr nach dem Bachtel stieg, sah zwei Nebensonnen und drei Gegensonnen auf dem Horizontalkreis und eine Anzahl farbiger Bogen, bei welchen allen das Rot gegen die Sonne gekehrt war.

Vom Dorfe Wald brachten die Tagesblätter einen Bericht, der Glanz und Farben etwas überschwenglich schildert. Darnach sollte man denken, dass der Farbenglanz den schönsten Regenbogen übertroffen hätte. Der Berichterstatter sah den Horizontalkreis für eine Ellipse mit der grossen Achse S—N an. Die Art der Eingrenzung des Horizontes mit Bergen mag ihn zu dieser subjektiven Täuschung verführt haben. Er sah im Norden des Horizontalkreises eine Gegensonne und im Osten und Westen desselben äussere Nebensonnen. Die gewöhnlichen ersten Nebensonnen beschreibt er als „ein Strahlenmeer in den feurigsten Irisfarben, kometartig sich nach aussen erweiternd, den Ellipsenring durchbrechend". Das sind wohl Stücke des 22°-Halos gewesen. Auch dieser Beobachter sah die Hörner und beschreibt sie als „ein geschweiftes, in der Ferne an ein Joch erinnerndes Band von spitzauslaufenden Enden, dessen bauchig erweitertes Mittelstück in Regenbogenfarben von nie geschauter Reinheit und Leuchtkraft schillerte". Endlich sah der Beobachter von Wald über dem „Joch", von diesem durch weisses Lichtfeld getrennt ein mondsichelförmiges, zirkumzenitales, besonders farbiges Bogenstück.

Die zwei gewöhnlichen Nebensonnen schienen den einen Beobachtern an den Schnittpunkten des 22°-Halo mit dem Horizontalkreis zu liegen, andere geben sie dicht innerhalb, wieder andere ausdrücklich als ganz wenig ausserhalb dieses Halo stehend an und vielleicht steht damit in Zusammenhang, dass sie den ersteren vorherrschend rot, anderen blau, anderen mehr weiss erschienen.

Herr Dekorationsmaler Jul. Dübendorfer von Wald (Dir. M.) gibt eine farbige Skizze. Er beobachtete auf dem Wege von Wald nach Pooalp zwischen Scheidegg und Schwarzenberg von 1 bis 4 Uhr und sah den Horizontalkreis und die stark farbigen Nebensonnen, letztere „gleichsam aus Wolkenöffnungen hervorbrechend", ferner die „eigentümliche, jochähnliche Wellenlinie". Letztere wird aber anders gekrümmt gezeichnet, als wir es sahen: der mittlere Teil als Kreisstück mit der Sonne als Zentrum, die Hörner von der Sonne weg-, also nach aussen und oben, gebogen. Ferner wurde der kleine Zenitalkreis gesehen — überall rot gegen die Sonne, blau davon weg. Der 22°-Halo war schwach und weisslich.

Ein offenbar gut vorbereiteter Beobachter (Neue Zürcher Zeitung) sah, von 12 1/2 bis gegen 4 Uhr über den Ricken gehend, den Horizontalkreis, darin ausser den starken Nebensonnen etwas ausserhalb des 22°-Halo noch schwache Nebengegensonnen. Er beschreibt die Hörner, den Zirkumzenitalkreis und ein Stück des grossen 46°-Halo.

Herr A. Kurz, Studierender der Naturwissenschaften am Polytechnikum, beobachtete schon am 9. Februar [1]) 2 Uhr 30 Minuten von Weissegg bei Trogen das Phänomen und ebenso dann wiederum am 10. Februar 4 Uhr abends. Es soll das erste Mal schöner gewesen sein. Herr Kurz sah den weissen Horizontalkreis, die farbigen Nebensonnen auf dem Schnitt des 22°-Halo mit dem Horizontalkreis und ausserdem auf dem Horizontalkreis noch zwei Gegensonnen. Am 10. Februar war der obere Berührungsbogen an den 22°-Halo deutlich mit Rot gegen die Sonne, also nach aussen. Am 9. hatten sich die beiden Äste des Berührungsbogens wieder zu den sonderbaren Hörnern abwärts gekrümmt. Der grosse Halo war senkrecht über der Sonne in einem Viertelsbogen mit Rot nach innen gut entwickelt und er wurde berührt von einem Zirkumzenitalbogen mit Rot nach aussen, also Rot stets auf der der Sonne zugekehrten Seite der sämtlichen Bögen.

Von Oberhelfenswil bei Bischofszell sendet Herr F. Schmid an die meteorologische Zentralanstalt (Dir. M.) eine Skizze, nach welcher er die Nebensonnen, den kleinen und den grossen Halo fast vollständig gesehen hat, ausserdem Zirkumzenitalbogenstücke, das eine an den kleinen, das andere an den grossen Halo tangierend. Von den Nebensonnen aus gingen Horizontalschweife nach aussen — blosse verlaufende Stücke des Horizontalkreises, der selbst, wie es scheint, nicht durchgehend bemerkbar war.

Gehen wir in die Gegend des Rigi:

Herr Dr. H. Escher, Stadtbibliothekar in Zürich, sah vom Ägerisee von 10 1/2 Uhr an den weissen Horizontalkreis und den 22°-Halo. Senkrecht über der Sonne stand im 22°-Halo eine weitere Nebensonne, da wo „nicht sowohl ein Kreissegment als vielmehr eine jochförmig geschwungene gewellte Linie tangierte". Das sind wieder die Hörner! Ausserdem sahen Herr Dr. Escher und seine Genossen die beiden gewöhnlichen Nebensonnen und ausserhalb zwei gegen die Sonne konvexe, den 22°-Halo in den Nebensonnen tangierende, farbige Bogenstücke von annähernd gleichem Radius wie der 22°-Halo.

Sehr Viele haben am 10. Februar vom Rigi aus das Phänomen gesehen. Herr Dr. Paul Mähly berichtet darüber an Herrn Professor

[1]) Vom 9. II. berichtet die „Nature" aus England: „An aurora was observed in most parts of the united kingdom".

Riggenbach. Die Nebensonnen am etwas verschleierten Himmel waren fast so hell wie die Sonne selbst. Herr Dr. Mähly sah morgens 9 1/2 Uhr den weisslichen Horizontalkreis; er war zu dieser Zeit einzig zwischen den Nebensonnen unterbrochen. An den farbigen 22°-Halo tangierten in den Nebensonnen farbige Bogenstücke, deren Mittelpunkte ausserhalb der Nebensonnen lagen (ganz wie Dr. Escher es gesehen hatte). Senkrecht über der Sonne schwacher, fast farbloser äusserer Berührungsbogen, dann ein Stück vom grossen Halo und daran tangierend ein Zirkumzenitaler farbiger Ring. Im Gegensatz zu Herrn Kurz und anderen, notiert Dr. Mähly beim grossen Halo Blau nach innen, beim zirkumzenitalen auch Blau nach innen, das Gelb beider in der Tangentialregion sehr stark.

Nach den Mitteilungen aller anderen Beobachter über die Farbfolge könnte man für die sämtlichen farbigen Stellen des komplexen Phänomens, für Halos- und zirkumzenitale Ringe das Gesetz aussprechen: Rot gegen die Sonne, Blau und Violett gegen den Zenit — oder mit anderen Worten: die zirkumsolaren Ringe Rot an der Innenseite, die zirkumzenitalen Rot an der Aussenseite. Einzig die Notiz von Herrn Dr. Mähly ist widersprechend. Ob sie nicht auf einem Erinnerungsfehler beruhen könnte?

Später, nachmittags 12 1/2 Uhr, wird die Erscheinung, vom Rigi gesehen, etwas anders. Der weisse Horizontalkreis ist lückenlos ausgebildet und, was sehr selten ist, er ist auch zwischen den Nebensonnen und bis an die Sonne sichtbar. Die äusseren Tangentialbögen an den Nebensonnen sind verschwunden, dafür erscheint ein elliptisch den 22°-Halo umfassender Bogen, so dass die Nebensonnen in zwei mondsichelförmigen farbigen Lichtfeldern stehen, deren innern und äussern Rand Dr. Mähly als blau notiert hat — der Kern war wohl rot? Statt dem oberen Berührungskreis erscheinen nun die Hörner, den 22°-Halo eindrückend, und dort darüber ein blaues Feld: „Besonders prägnant war hier ein intensiv farbiger, schlangenförmig gewundener Regenbogen an der Stelle, wo man am Morgen nur ganz schwach einen tangierenden Bogen sehen konnte. Über dem Schlangenbogen erschien ein grösserer schwach farbiger Bogen und der Zwischenraum zwischen den beiden war intensiv blau gefärbt."

Herr Prof. Dr. Riggenbach selbst sah noch von Liestal aus die östliche Nebensonne, allein den 22°-Halo nur undeutlich ausgebildet, und den Horizontalkreis nicht mehr.

Herr Hauser, Chemiker in Wädenswil, sah vom Wädenswiler Berg aus die beiden Nebensonnen mit ausserhalb anliegendem, kurzem, farbigem Bogenstück — Bruchteile des 22°-Halo. Sehr gut ausgebildet waren oberhalb jeder Nebensonne farbige Bogenstücke von

Ringen um die Nebensonnen als Centra (den Hörnern entsprechend). Senkrecht über der Sonne, da wo diese beiden Bogenstücke gegeneinander traten, war ein horizontal gestreckter heller Fleck. Derselbe entspricht dem Zwischenstück der Hörner oder der oberen Nebensonne. Über dem Ganzen wölbte sich ein Stück des grossen Halo mit der Sonne als Zentrum. Das Rot war überall gegen die Sonne. Den weissen Horizontalkreis oder farbige Zirkumzenitalkreise sah Herr Hauser nicht.

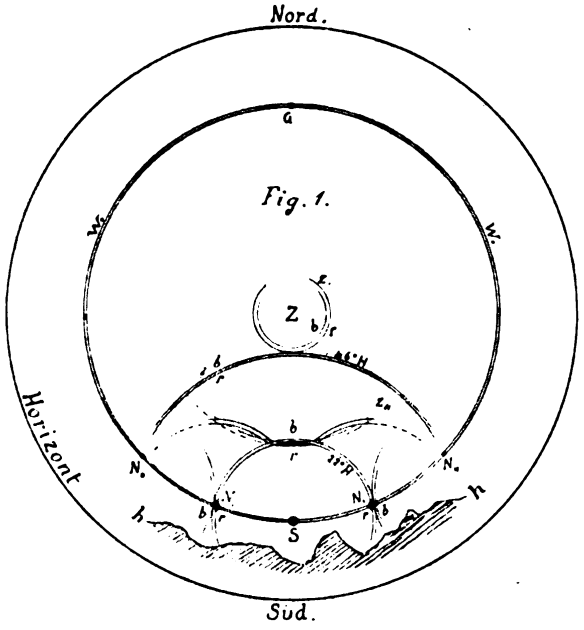


Fig. 1. *Schema der sämtlichen am 10. Februar beobachteten Erscheinungen.*

h = Berghorizont.
S = Sonne.
Z = Zenit.
N_1 = erste Nebensonnen.
N_{11} = zweite Nebensonnen.
G = Gegensonne.
w = weisser Horizontalring.
f = farbige Bogen,
r = deren rote Seite,
b = deren blaue Seite.
46°H = Halo von 46° Radius.
22°H = Halo von 22° Radius.
Z_1 = kleiner oberer zirkumzenitaler Bogen.
Z_{11} = grösserer zirkumzenitaler Bogen, sog. „oberer Berührungsbogen".
H = mathematischer Horizont.

Die Erscheinung vom 10. Februar war also mit geringen Modifikationen gleichzeitig über der ganzen Nordostschweiz sichtbar. Wir haben Berichte von Einsiedeln, Rigi, Ägerisee, Wädenswilerberg, Bachtel-Kreuzegg-Gebiet, Ricken, Trogen, bis gegen Bischofszell. Die tieferen, zwischenliegenden Stellen konnten keine Beobachtungen liefern, weil sie unter Nebelmeer lagen. Dagegen wurden im Nebelfreien Juragebiete noch die letzten Ausläufer gesehen. Der Eis-

wolkenschleier lag in 2000 bis 4000 m Meerhöhe und war von grosser Ausdehnung und die Luft war in der Höhe ziemlich ruhig. Jeder Beobachter sah sich selbst senkrecht unter dem Mittelpunkt des Horizontalkreises. Die Modifikationen in der Erscheinung hängen offenbar ab vom Standpunkte des Beobachters im Verhältnis zu der nach Dichte und Ordnung etwas ungleichförmigen Ausbildung der über ihm stehenden Eisnadelwolke, und von dem Zeitpunkt der Beobachtung, indem davon die Sonnenhöhe wechselte (10 Uhr morgens bis 5 Uhr abends).

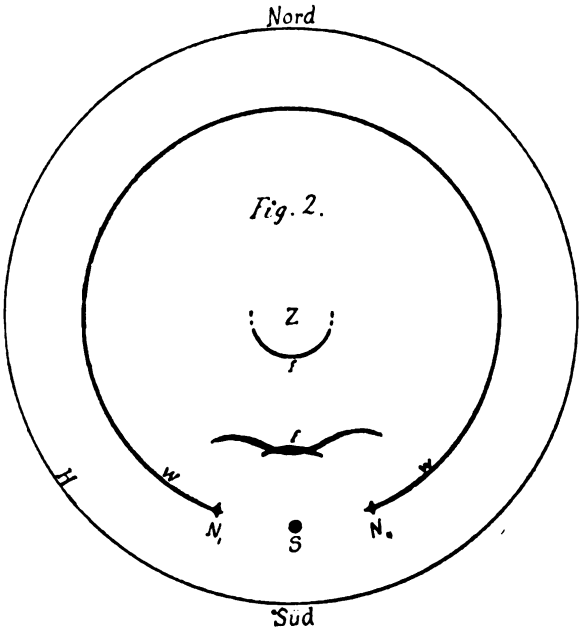


Fig. 2.

Fig. 2. *Schema der vorherrschenden am 10. Februar beobachteten Erscheinungen.*

h = Berghorizont.
S = Sonne.
Z = Zenit.
N, = erste Nebensonnen.
N„ = zweite Nebensonnen.
G = Gegensonne.
w = weisser Horizontalring.
f = farbige Bogen,
r = deren rote Seite.
b = deren blaue Seite.
46°H = Halo von 46° Radius.
22°H = Halo von 22° Radius.
Z, = kleiner oberer zirkumzenitaler Bogen.
Z„ = grösserer zirkumzenitaler Bogen. sog. „oberer Berührungsbogen".
H = mathematischer Horizont.

Die Erscheinung der Nebensonnen ist indessen nicht so selten. Herr Hauser (Wädenswil) sah sie schöner als am 10. II. 1907 anfangs März 1905 vom Albis aus. Ein Herr R. berichtete in der Neuen Zürcher Zeitung über Nebensonnen, die er am 17. März 1901 morgens 7 bis 9 Uhr in Gossau (Kt. Zürich) beobachtet hat. Er sah damals

den 22°-Halo mit Rot nach innen, den 46°-Halo konzentrisch dazu, den weissen Horizontalkreis durch die Sonne. Etwas ausserhalb der Schnittpunkte des 22°-Halo mit dem Horizontalkreis sah er die Nebensonnen mit Rot nach innen, und im oberen Scheitel eine obere Nebensonne mit anhängendem Berührungsbogen, und endlich einen oberen zirkumzenitalen Kreis.

Am 14. März 1906 scheint die Erscheinung in weiter Verbreitung ähnlich wie am 10. Februar 1907 beobachtet worden zu sein. Herr Direktor Maurer übergab mir bezügliche Berichte:

Von Zürich 8 bis 9 Uhr vormittags von J. Mettler gesehen. Dieser Beobachter sah Nebensonnen, ein Stück des grossen Halo und zwei zirkumzenitale Bogen, letztere den kleinen und grossen Halo tangierend.

Von St. Gallen. Dort sah Herr E. Germann den 22°-Halo fast vollständig, den weissen Horizontalkreis durchgehend durch die Sonne, den grossen Halo als oberen Halbkreis, und ebenfalls zwei zirkumzenitale farbige Kreise, deren grösserer den kleineren Halo, der kleinere den grösseren Halo tangierte. An Stelle der Hörner war noch ein flacher Zwischenstreifen. Herr Germann notiert an allen Bogenstücken mit Ausnahme des Horizontalkreises Farben, und zwar stets Rot gegen die Sonne, das ist bei den Halo nach innen, bei den zirkumzenitalen Kreisen nach aussen.

Herr F. Schmid in Oberhelfenschwyl (Kt. St. Gallen) sah auch das Phänomen vom 14. März 1906 von 9 1/4 bis 9 1/2 Uhr. Er sah die beiden Nebensonnen, den grossen Halo und die beiden Zirkumzenitalbogen.

Fig. 1 ist ein Schema, zusammengestellt aus allen von den verschiedenen Beobachtern am 10. Februar gesehenen Erscheinungen. Fig. 2 dagegen zeigt nur den Teil im Stadium der „Hörner", den fast alle in gleicher Weise als die reduzierte Erscheinung oder als den intensivsten Teil derselben notiert haben. In der letzteren Figur sind die Lichtbogen bloss mit dickem Strich und in beiden Figuren die Sonnen mit schwarzem Fleck bezeichnet.

Aus den hier zusammengestellten Notizen ergibt sich für künftige Beobachter besonders die Aufgabe: Winkelmessungen der Radien der verschiedenen zirkumzenitalen Kreise in Zusammenhang mit der Sonnenhöhe (Zeit). Es scheint, dass die Radien der zirkumzenitalen Kreise wie derjenige des Horizontalkreises mit der Sonnenhöhe wechseln, während die Radien der Halo (zirkumsolaren Kreise) konstant sind. Ferner ist genau die Farbfolge aller verschiedenen Kreise zu notieren, besonders beim grossen Halo. Über manches kann ferner die andauernde Beobachtung der Veränderungen der Erscheinung im

Laufe der Zeit von einer Stelle aus betrachtet unter genauer Notiznahme der gleichzeitigen Veränderungen im Eiswolkenschleier und der Sonnenhöhe uns aufklären.

Es führt dies letztere vielleicht zu einer Art Genese der verschiedenen Teile der sehr zusammengesetzten Naturerscheinung und dadurch zu einer Aufklärung über manches, das jetzt noch nicht vollständig aufgeklärt ist.

Zur Theorie der Tettarionenideale.

Von

L. Gustav du Pasquier.

In vorliegender Arbeit wird die Allgemeingültigkeit des folgenden zahlentheoretisch wichtigen Satzes nachgewiesen:

Jedes aus rationalen ganzen μ-Tettarionen gebildete rechtsseitige Ideal ist Hauptideal[1]).

Unter „ganzen Tettarionen" werden solche verstanden, deren sämtliche Komponenten rationale ganze Zahlen sind. Da in diesen Zeilen ausschliesslich von ganzen Tettarionen die Rede sein wird, wollen wir diesen Zusatz unterdrücken, und „Tettarion" schlechtweg soll hier immer ein solches bezeichnen, dessen Komponenten rationale ganze Zahlen sind. — Nachdem diese Vereinbarung getroffen, schreiten wir zunächst zum Beweise folgenden Hilfssatzes: *Jedes rechtsseitige Tettarionenideal besitzt eine endliche Basis.*

Um dies einzusehen, genügt es bekanntlich, die linksseitig reduzierten Tettarionen des Ideals zu betrachten, d. h. diejenigen, bei welchen sämtliche Komponenten unterhalb der Hauptdiagonale verschwinden. Es bedeute nun $\mathfrak{a}$ das vorgelegte Ideal und

$$a = \left\{ \begin{array}{ccccccc} a_{11}, & a_{12}, & a_{13} & \ldots . & a_{1,\mu} \\ 0, & a_{22}, & a_{23} & \ldots . & a_{2,\mu} \\ 0, & 0, & a_{33} & \ldots . & a_{3,\mu} \\ . & . & . & \ldots . & . \\ 0, & 0, & 0 & \ldots . & a_{\mu,\mu} \end{array} \right\}$$

ein aus $\mathfrak{a}$ beliebig herausgegriffenes linksseitig reduziertes μ-Tettarion. Existieren unter diesen linksseitig reduzierten μ-Tettarionen aus $\mathfrak{a}$ solche, bei welchen die erste Komponente $a_{11} \neq 0$, so bedeute α eines derjenigen unter ihnen, für welches diese erste Komponente α_{11} positiv

[1]) Für diesbezügliche Definitionen und Sätze vergl. meine „Zahlentheorie der Tettarionen" in der „Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellsch. Zürich". Jahrg. 51. 1906.

und möglichst klein, aber doch nicht Null ist. Nach dieser Annahme kann dann niemals $0 < |a_{11}| < \alpha_{11}$ sein, sondern es ist entweder $a_{11} = 0$, oder $|a_{11}| \geqq \alpha_{11}$. — Man erkennt jetzt, dass alle ersten Komponenten a_{11} der linksseitig reduzierten μ-Tettarionen aus $\mathfrak{a}$ Vielfache von α_{11} sind. Die Zahlen 0, 1, 2, ... $\alpha_{11} - 1$ bilden nämlich ein vollständiges Restsystem mod α_{11}; folglich existiert eine rationale ganze Zahl k der Art, dass

$$0 \leqq a_{11} - k \cdot \alpha_{11} < \alpha_{11}.$$

Da aber zugleich mit a und α auch $a - k \cdot \alpha$ im Ideale $\mathfrak{a}$ auftritt, muss, wegen der über α getroffenen Annahme, $a_{11} = k \cdot \alpha_{11}$ sein. — Jedem linksseitig reduzierten μ-Tettarion a aus $\mathfrak{a}$ lässt sich demnach eine ganze Zahl k der Art zuordnen, dass die *erste* Komponente von $r = a - k \cdot \alpha$ verschwindet. — Ein beliebig aus $\mathfrak{a}$ herausgegriffenes μ-Tettarion z kann somit in die Gestalt

$$z = \varepsilon \cdot a = \varepsilon \cdot r + \varepsilon \cdot k \cdot \alpha = r^{(1)} + k^{(1)} \cdot \alpha = k^{(1)} \cdot \alpha + r^{(1)}$$

gebracht werden, wobei ε ein geeignet gewähltes Einheitstettarion vorstellt, und $r^{(1)}$ höchstens $(\mu - 1)$-kolonnig ist. $k^{(1)}$ und $r^{(1)}$ sind von z abhängig, variieren zugleich mit z, während α als konstant, als durch das vorgelegte Ideal $\mathfrak{a}$ gegeben, betrachtet werden kann.

Alle Tettarionen $r^{(1)}$ sind in $\mathfrak{a}$ enthalten, und man überzeugt sich leicht, dass ihre Gesamtheit wieder ein rechtsseitiges Ideal $\mathfrak{r}$ bildet, welches höchstens $(\mu - 1)$-kolonnig ist. — Auf dieses lässt sich dieselbe Schlussweise anwenden: jedes Tettarion $r^{(1)}$ aus r hat die Gestalt: $r^{(1)} = \varepsilon^{(1)} \cdot b$, wo $\varepsilon^{(1)}$ ein geeignetes Einheits-μtettarion vorstellt und b ein linksseitig reduziertes von der Form:

$$b = \left\{ \begin{array}{llllll} 0, & b_{12}, & b_{13}, & b_{14} & \ldots . & b_{1,\mu} \\ 0, & 0, & b_{23}, & b_{24} & \ldots . & b_{2,\mu} \\ 0, & 0, & 0, & b_{34} & \ldots . & b_{3,\mu} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \ldots . & \cdot \\ 0, & 0, & 0, & 0 & \ldots . & b_{\mu-1,\mu} \\ 0, & 0, & 0, & 0 & \ldots . & 0 \end{array} \right\}.$$

Enthält nun $\mathfrak{r}$ solche linksseitig reduzierten Tettarionen b, bei welchen $b_{12} \neq 0$, so existiert unter ihnen, aus ähnlichen Gründen wie oben, ein gewisses Tettarion β und rationale ganze Zahlen l, so beschaffen, dass $b_{12} - l \cdot \beta_{12} = 0$ wird, dass somit in $b - l \cdot \beta = s$, also auch in $\varepsilon^{(1)} \cdot b = \varepsilon^{(1)} \cdot l \cdot \beta + \varepsilon^{(1)} \cdot s = l^{(1)} \cdot \beta + s^{(1)}$ die *zwei* ersten Kolonnen aus lauter Nullen bestehen, d. h. dass $s^{(1)} = r^{(1)} - l^{(1)} \cdot \beta$ höchstens $(\mu - 2)$-kolonnig wird. Die Gesamtheit der Tettarionen $s^{(1)}$ bildet

wieder ein rechtsseitiges Ideal $\mathfrak{s}$, das höchstens $(\mu - 2)$-kolonnig ist, und auf welches man dieselbe Schlussweise anwenden kann, u. s. w. Durch diese Kette von Schlüssen gelangt man nacheinander zu folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} z &= k^{(1)} \cdot \alpha + r^{(1)} \\ r^{(1)} &= l^{(1)} \cdot \beta + s^{(1)} \\ s^{(1)} &= m^{(1)} \cdot \gamma + t^{(1)} \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ v^{(1)} &= p^{(1)} \cdot \zeta \end{aligned}$$

Die Tettarionen $k^{(1)}$, $l^{(1)}$, $m^{(1)}$ .... $p^{(1)}$ variieren mit z, während $\alpha, \beta, \gamma \ldots . \zeta$ nur von der Natur des vorgelegten Ideals $\mathfrak{a}$, aber nicht vom speziellen, aus $\mathfrak{a}$ herausgehobenen z abhängig sind. — Da ferner α höchstens μkolonnig ist, β höchstens $(\mu - 1)$-kolonnig, γ höchstens $(\mu - 2)$-kolonnig, u. s. f., so kommt man, nach einer endlichen Anzahl von Operationen, auf ein einkolonniges Tettarion ζ und damit auf eine letzte Gleichung. Jedes Tettarion z des vorgelegten Ideals $\mathfrak{a}$ ist somit in der Form

$$z = k^{(1)} \cdot \alpha + l^{(1)} \cdot \beta + m^{(1)} \cdot \gamma + \cdots + p^{(1)} \cdot \zeta$$

darstellbar, mit andern Worten: Aus dem Ideale $\mathfrak{a}$ kann man Tettarionen $\alpha, \beta, \gamma \ldots . \zeta$ in *endlicher* Anzahl so auswählen, dass jedes Tettarion z aus $\mathfrak{a}$ sich als lineare homogene Funktion derselben darstellen lässt. Dies ist aber gleichbedeutend mit der Aussage: das Ideal $\mathfrak{a}$ besitzt die endliche Basis $[\alpha, \beta, \gamma \ldots \zeta]$.

Aus obigem Beweise geht hervor, dass die Glieder $\alpha, \beta, \gamma \ldots$ der Basis so gewählt werden können, dass ihre Anzahl höchstens μ beträgt. Wir wollen jetzt weiter zeigen, dass diese Anzahl sich immer auf 1 reduzieren lässt:

Angenommen, es sei dies für jede n-gliedrige Basis bereits festgestellt $(n > 1)$; dann würde es auch für jede $(n + 1)$ -gliedrige Basis gelten; denn das aus irgend einer n-gliedrigen Basis $[\alpha, \beta, \ldots \zeta]$ erzeugte rechtsseitige Tettarionenideal enthält den Inbegriff der Tettarionen

$$g^{(1)} \cdot \alpha + g^{(2)} \cdot \beta + \cdots + g^{(n)} \cdot \zeta,$$

welche entstehen, wenn $g^{(1)}, g^{(2)} \ldots . g^{(n)}$ unabhängig von einander die Gesamtheit der ganzen Tettarionen durchlaufen. Nach Voraussetzung wäre dieses Ideal mit einem rechtsseitigen Hauptideale $[g \cdot x]$ identisch, d. h. die n-gliedrige Basis $[\alpha, \beta \ldots \zeta]$ liesse sich durch eine eingliedrige Basis $[x]$ ersetzen. Jede $(n + 1)$ -gliedrige Basis

$[\alpha, \beta \ldots \zeta, \eta]$ könnte man also durch eine zweigliedrige $[x, \eta]$, und diese wieder durch eine eingliedrige $[y]$ ersetzen. Es genügt somit, nachzuweisen, dass jedes aus *irgend zwei* ganzen μ-Tettarionen a und b erzeugte rechtsseitige Ideal immer Hauptideal ist. — Dieser Nachweis ist für den Fall, dass mindestens eines der beiden μ-Tettarionen a und b eine nicht verschwindende Norm hat, bereits geliefert [1]). Es bleibt nur noch der Fall zu erledigen übrig, in welchem a und b beide Nullteiler sind.

Bekanntlich ist immer $a = \varepsilon^{(1)} \cdot \alpha \cdot \varepsilon^{(2)}$, $b = \varepsilon^{(3)} \cdot \beta \cdot \varepsilon^{(4)}$, wobei die vier $\varepsilon^{(\lambda)}$ ($\lambda = 1, 2, 3, 4$) passend gewählte Einheits-μtettarionen vorstellen, während α und β Diagonal-μtettarionen sind. Die Basis $[a, b]$ darf man dann durch $[\alpha \cdot \varepsilon^{(2)}, \beta \cdot \varepsilon^{(4)}]$ ersetzen, denn linksseitig assoziierte Tettarionen erzeugen dasselbe rechtsseitige Ideal. Da es sich ferner nur darum handelt, zu entscheiden, ob das Ideal

$$[g^{(1)} \cdot \alpha \cdot \varepsilon^{(2)} + g^{(2)} \cdot \beta \cdot \varepsilon^{(4)}] = [g^{(1)} \cdot \alpha \cdot \varepsilon^{(2)} \cdot (\varepsilon^{(4)})^{-1} + g^{(2)} \cdot \beta]\, \varepsilon^{(4)} = [g^{(1)} \cdot \alpha^{(1)} + g^{(2)} \cdot \beta]\, \varepsilon^{(4)}$$

Hauptideal ist oder nicht, hat man nur nötig, das Ideal $[g^{(1)} \cdot \alpha^{(1)} + g^{(2)} \cdot \beta]$ zu untersuchen. Aus dieser Überlegung geht hervor, dass es nicht eine Einschränkung der Allgemeinheit bedeutet, wenn man voraussetzt, eines der beiden erzeugenden Tettarionen ist Diagonaltettarion. — Demnach sei $[a, b]$ die Basis unseres Ideals, wobei b ein Diagonaltettarion vorstellt. Bedeutet σ seinen Rang (vergl. „Zahlentheorie der Tettarionen“ § 8), so besitzt es genau σ nicht verschwindende Komponenten, und von diesen dürfen wir voraussetzen, dass sie die σ letzten Stellen der Hauptdiagonale einnehmen, da wir eventuell β durch $\gamma^r \cdot \beta \cdot \gamma^s$ ersetzen können, wo r und s passend gewählte Exponenten sind, während γ das früher definierte Einheitstettarion vorstellt, welches, als Faktor gesetzt, eine cyklische Vertauschung der Kolonnen, bezw. der Zeilen, hervorbringt (v. l. c. § 8, 1). Ohne Einschränkung der Allgemeinheit darf somit gesetzt werden:

$$b = \begin{Vmatrix} 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 0 \\ \cdot & \ldots & \ldots & \ldots & \cdot \\ 0 & \ldots & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & \ldots & b_1 & \ldots & 0 \\ 0 & \ldots & \ldots & b_2 & 0 \\ \cdot & \ldots & \ldots & \ldots & \cdot \\ 0 & \ldots & \ldots & \ldots & b_\sigma \end{Vmatrix} \quad \text{wo } b_\lambda > 0 \ (\lambda = 1, 2, \ldots \sigma).$$

[1]) Vergl. meine „Zahlentheorie der Tettarionen“ § 11, 6. Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft Zürich. Jahrgang 51. 1906.

Bedeutet ϱ den Rang von a, so ist a einem linksseitig reduzierten μ-Tettarion äquivalent, bei welchem die ϱ ersten Hauptdiagonalkomponenten positiv sind, während alle andern Diagonalkomponenten verschwinden. Wir dürfen also setzen:

$$a = \left\{ \begin{array}{cccccccc} a_{11}, & a_{12}, & a_{13} & \ldots\ldots & a_{1,\varrho} & \ldots\ldots & a_{1,\mu} \\ 0, & a_{22}, & a_{23} & \ldots\ldots & a_{2,\varrho} & \ldots\ldots & a_{2,\mu} \\ 0, & 0, & a_{33} & \ldots\ldots & a_{3,\varrho} & \ldots\ldots & a_{3,\mu} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot \\ 0, & 0, & 0 & \ldots\ldots & a_{\varrho,\varrho} & \ldots\ldots & a_{\varrho,\mu} \\ 0, & 0, & 0 & \ldots\ldots & 0, \quad 0 & \ldots\ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot & \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot & \cdot \\ 0, & 0, & 0 & \ldots\ldots & 0, \quad 0 & \ldots\ldots & 0 \end{array} \right\},$$

wobei die $(\mu - \varrho)$ letzten Zeilen lauter Nullen enthalten, $a_{\lambda,\lambda} > 0$ ist $(\lambda = 1, 2, \ldots\ldots \varrho)$, unterhalb der Hauptdiagonale nur Nullen stehen, oberhalb derselben, in den ϱ ersten Zeilen, beliebige ganze Zahlen.

Jetzt sind zwei Fälle zu unterscheiden:

I. **Fall:** $\varrho + \sigma \geqq \mu$. Unser Ideal enthält, zugleich mit a und b, auch die Summe $a + b = s$. Dieses s hat aber, wegen der getroffenen Annahmen, eine von Null verschiedene Norm (dieselbe ist nämlich gleich dem Produkte der μ Diagonalkomponenten von s); infolgedessen ist das betreffende Ideal sicher Hauptideal, denn es besteht dann nicht ausschliesslich aus Nullteilern.

II. **Fall:** $\varrho + \sigma < \mu$. Damit das aus a und b erzeugte rechtsseitige Ideal Hauptideal sei, ist notwendig und hinreichend, dass 5 Tettarionen: x, α, β, f, g, von solcher Beschaffenheit existieren, dass gleichzeitig

$$\alpha \cdot x = a \tag{1}$$

$$\beta \cdot x = b \tag{2}$$

$$f \cdot a + g \cdot b = x. \tag{3}$$

Dann enthalten nämlich die beiden rechtsseitigen Ideale: $[g^{(1)} \cdot a + g^{(2)} \cdot b]$ einerseits, $[g \cdot x]$ andererseits, genau dieselben Tettarionen, sind also identisch. — In unserm Falle setze man:

$$x = a + b;\ f = g = 1;\ \text{ferner}$$

$$\alpha = \sum_{\lambda=1}^{\lambda=\varrho} e^{(\lambda,\lambda)} = \left\{ \begin{array}{l} 1, 0 \ldots\ldots 0 \\ 0, 1, 0 \ldots\ldots 0 \\ 0, 0, 1, 0 \ldots 0 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ 0 \ldots 1 \ldots 0 \\ 0 \ldots\ldots 0 \ldots 0 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ 0 \ldots\ldots 0 \end{array} \right\} \cdot \quad \beta = \sum_{\lambda=\mu-\sigma+1}^{\lambda=\mu} e^{(\lambda,\lambda)} = \left\{ \begin{array}{l} 0 \ldots\ldots 0 \\ 0, 0 \ldots\ldots 0 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ 0 \ldots 0 \ldots 0 \\ 0 \ldots 1 \ldots 0 \\ 0 \ldots\ldots 1 \ldots 0 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ 0 \ldots\ldots 1 \end{array} \right\}$$

In α sind nur die ϱ ersten, in β nur die σ letzten Diagonalkomponenten jeweilen gleich 1, während alle übrigen Komponenten sämtlich verschwinden. Man übersieht, dass dann tatsächlich die obigen Gleichungen (1), (2) und (3) bestehen.

Mithin ist jedes rechtsseitige Ideal mit zweigliedriger Basis Hauptideal, also auch ein solches mit endlicher Basis, somit überhaupt jedes rechtsseitige Ideal, infolge des oben bewiesenen Hilfssatzes.

Der entsprechende Fundamentalsatz gilt für linksseitige Tettarionenideale.

DIE GEHIRNFURCHEN DER JAVANEN.

Eine vergleichend-anatomische Studie

VON

Dr. J. H. F. KOHLBRUGGE.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL XII. N°. 4.

(MIT 9 TAFELN.)

AMSTERDAM,

JOHANNES MÜLLER

Juli 1906.

DIE GEHIRNFURCHEN DER JAVANEN.

Eine vergleichend-anatomische Studie

VON

Dr. J. H. F. KOHLBRUGGE.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

DEEL XII. N°. 4.

(MIT 9 TAFELN.)

611
K824

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER
1906.

6386

DIE GEHIRNFURCHEN DER JAVANEN.

Eine vergleichend-anatomische Studie

VON

Dr. J. H. F. KOHLBRUGGE.

EINLEITUNG.

Die nachfolgenden Untersuchungen möge man als den ersten Teil einer grösseren Arbeit betrachten, welche ich dem Gehirn der Völker widmen möchte, die den malaiischen Archipel bewohnen.

Äusserliche Gründe veranlassen mich diese Arbeit in einzelne Teile zu zersplittern und so zunächst eine Betrachtung der Furchen des Gehirns der Javanen als selbstständige Arbeit erscheinen zu lassen. Eine ausgebreitete Praxis absorbiert meine Arbeitskraft derart, dass ich nur selten Mussestunden zu wissenschaftlichen Arbeiten finden kann und, würde ich nun mit der Veröffentlichung warten bis das ganze Gehirn durchforscht sein wird, dann würde auch diese Studie wahrscheinlich dem Schicksal mancher vorhergehenden verfallen, die unbeendet liegen blieben und schliesslich zur Seite geschoben wurden. Nun bin ich überzeugt, dass mancher Anthropologe dies bedauern würde, nicht etwa weil ich meiner Arbeit aussergewöhnlichen Wert beimesse, sondern weil wir von der Rassenanatomie des Gehirns noch so wenig wissen, dass jeder Beitrag, besonders solche, die auf reichhaltigem Material dunkler Rassen beruhen, auf freundlichen Empfang rechnen darf und eine Lücke in unserem Wissen ausfüllen wird.

Zwar wurden viele Studien über Rassengehirne veröffentlicht [1]),

---

[1]) Die Literatur sammelte SPITZKA: Contributions to the encephalic anatomy of the races, American Journal of Anatomy, Vol II, p. 25. 1902. Vollständig ist diese Über-

aber sie beruhen meist nur auf Betrachtung eines oder doch nur weniger Exemplare; andere erschienen vor längerer Zeit, vor EBERSTALLER [1]) durch seine bekannten Schriften eine genaue Betrachtung der Furchen inaugurierte; wieder andere stehen unter dem Banne ihrer Zeit — ich meine eines weitgetriebenen Darwinismus, sodass man auf jedem nicht europäischen Gehirn nur nach Affenähnlichkeiten forschte [2]) — und sind darum zum Teil veraltet; andere erwähnen nur einzelne Furchen, so wie z. B. WALDEYER's Arbeiten über das Negerhirn. Günstig durch Vollständigkeit zeichnen sich daneben Arbeiten wie des RETZIUS über das Lappenhirn aus, aber beruhen dennoch auf zu kleinem Material.

Die meisten Autoren, die ein grösseres Material verarbeiteten, wie EBERSTALLER und CUNNINGHAM [3]) dachten noch garnicht daran ihre Frequenzzahlen der Variationen rassenanatomisch zu verwerten,

---

sicht aber nicht; besonders bei WALDEYER in: Sitsungsber d. K. Preuss. Akad. d. W. Berlin 1894. p. 559 findet man viele durch SPITZKA nicht erwähnte Literaturangaben für das Gehirn des Negers; weiter fand ich noch folgende Titel, von denen die meisten allerdings erst unlängst erschienen, also SPITZKA noch unbekannt waren.

WEINBERG R.: Die Gehirnwindungen bei den Esten. Bibliotheca medica. Abt A. Anatomie H. 1. Cassel 1896. WEINBERG: Das Gehirn der Letten, mit Atlas. Cassel 1896. WEINBERG: Über einige ungewöhnliche Befunde an Judenhirnen. Biolog. Centralblatt Bd. XXIII N°. 4. 1903. WEINBERG: Morph. Beschreibung des Gehirns eines Persers. Neurolog. Anzeiger Bd. XI. 1903. WEINBERG: Zur Lehre von den Varietäten der Gehirnwindungen. Monatsschrift f. Psych. u. Neurol. Bd. XVIII. H. 1. LLOYD: A description of two Chinese brain and a note on the pli du passage inf. int. Boston med. and surg. Journal. Vol 12 N°. 9. 207. MANOUVRIER: Description du cerveau d'un Tahitien. Bull de l'Association franç. pour l'avanc. des sciences, Paris 1892 p. 265—629. RÜDINGER: Ueber künstlich deformierte Schädel und Gehirne von Südseeinsulanern. München 1887. KARPLUS: Ueber ein Australiergehirn. Arbeiten aus dem neurol. Institut in Wien H. 9. 1902. SERGIO SERGI: Un cervello di Giavanese. Atti della societa romana di anthropologia, Vol X. 1904. LEGGE: Note ed osservazioni sopra il cervello di una donna del Sudan. Bolletino della. R. Accademia medica di Roma. Anno XI 1885. JACOB: Contribution à l'étude de la morphologie des cerveaux des Indiens (Terre de feu). TEN KATE: Matériaux pour servir à l'anthropologie des Indiens de la République Argentine. Revista del museo de la Plata T. XII, pag. 31 et p. 59. WALDEYER: Ueber einige Gehirne von Ost-Afrikanern. Mitteil. d. Anthr. Gesellsch. in Wien Bd. XXIV. 1894. Sitzbr. S. 141. BOLK: Das Gehirn eines Papua von Neu-Guinea. Petrus Camper. Ned. Bijdr. tot de Anat. 1905 D. II. p. 347—366. FLASHMAN. Four brains of Australian Aborigines. Rep. from the Pathol. Lab. of the Lunacy Dep. 1903. Ausserdem erschienen viele Arbeiten, die nur Bezug nehmen auf das Gehirngewicht der verschiedenen Rassen.

[1]) EBERSTALLER: Zur Oberflächenanatomie der Grosshirnhemispheren. Wiener medicinische Blätter, Jahrgang VII N°. 16—21. 1884. EBERSTALLER. Das Stirnhirn. Wien 1890. Erstere Arbeit wird im Text durch die Buchstaben W. M. B. angedeutet.

[2]) So hat sich auch PARKER's Behauptung: „The negro brain bears an unmistakably nearer relation to the ape type than does the white" keine Bestätigung gefunden (Proc. Acad. Nat. Sci: Philadelphia 1878 p. 11—15 p. 339—340); vergleiche hierzu KARPLUS l. c.

[3]) CUNNINGHAM: The fissure of Rolando. Journ. of Anat. and Phys. Vol XXV. CUNNINGHAM. The interparietal Sulcus of the brain. ibidem Vol XXIV CUNNINGHAM: Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres. CUNNINGHAM memoir N°. VII.

und man hat auch kein Recht die Gehirne EBERSTALLER's kurzweg als Oesterreichische oder gar Steiermärkische zu bezeichnen. In seinen älteren Arbeiten mischte CUNNINGHAM sogar Neger- und Europäergehirne durcheinander und auch für seine grosse bekannte Schrift giebt er nicht mit Bestimmtheit an, dass seine Gehirne nur von Irländern stammen. Wenn EBERSTALLER seine Frequenzzahlen mit denen italienischer (GIACOMINI) und russischer (SERNOFF) Gehirne verglich, dann dacht er noch nicht daran, dass die Unterschiede rassenanatomische Bedeutung haben könnten.

Eine auf Statistik beruhende Rassenanatomie des Gehirns (durch SERNOFF einigermassen eingeführt) datiert eigentlich erst vom Erscheinen der WEINBERG'schen Dissertation (1894) [1]), auf welche sofort seine beiden Bücher über Esten und Letten folgten, welche in demselben Jahr erschienen wie das so berühmt gewordene Buch von RETZIUS [2]) über das Schwedenhirn; was seither erschien sind nur kleinere Arbeiten, die alle auf ungenügendem Material beruhen [3]).

Es liegt also noch ein weites braches Feld vor uns und wenn sich auch herausstellen sollte, dass die Gehirne der europäischen Völker keine nennenswerten Unterschiede zeigen wie KLAATSCH vermutet (Zentralblatt f. Anthropologie 1898, S. 122), dann wäre es doch von grösstem Interesse zu wissen, ob dies für alle Rassen der Erde gilt. Oder, wie KLAATSCH bemerkt (l. c.): „Weitere Untersuchungen werden zu lehren haben ob nicht die Gehirne von Nationen, bei denen Inzucht eine grössere Rolle gespielt hat, viel schärfer ausgesprochene Rassencharaktere aufweisen werden." Viel erwartete KLAATSCH von einer Erforschung des Australierhirn's, KARPLUS' Arbeit dürfte ihn nun wohl enttäuscht haben.

---

[1]) WEINBERG: Die Gehirnwindungen bei den Esten. Inaug. Dissertation Dorpat 1894, und die oben bereits citierten Schriften desselben Autors.

[2]) RETZIUS: Das Menschenhirn. Studien in der makroskopischen Morphologie. Text und Atlas mit 96 Tafeln, Stockholm 1896.

[3]) Für die vergleichend anatomische Betrachtung lag eine grosse Literatur vor; besonders veröffentliche ZUCKERKANDL in lester Zeit eine ganze Reihe Arbeiten, welche ich im Text der Kürze halben durch Zahlen andeutete: I ist: Zur Morphologie des Affengehirns. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Bd. IV 1902; III ist: Zur vergleichenden Anatomie des Hinterhauptlappens. Arbeiten aus dem neurologischen Institut der Wiener Universität. Bd. X. 1904; IV ist: Über die Collateralfurche. ibidem Bd. XI. 1901; mit V wurde bezeichnet: Über die Affenspalte und das Operculum occipitale des menschlichen Gehirns. Ibidem Bd. XII, 1905. Weiter sind ausser CUNNINGHAM l. c. noch besonders zu nennen: KÜKENTHAL und ZIEHEN: Untersuchungen über Grosshirnfurchen bei Primaten. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschafsen Bd. 29, 1895. ZIEHEN: Anatomischer Anzeiger, Bd. XI, n°. 15, 1896.

WEINBERG [1]) bemerkte: „Was die übereinstimmenden Züge in dem Oberflächenbau des Gehirns betrifft, so sind dieselben nicht selten von so eclatanter Art, dass man versucht sein könnte auf Grundlage der Beobachtungen der Hirnform, zwei einander sonst so fremd gegenüber stehende Volksstämme wie die Letten und Polen, gradezu als racenverwandt, ja unmittelbar als Brüder zu erklären. Thäte man ihre Hirne untereinander, so würde man unter dem Einflusse jener gemeinschaftlichen Merkmale bei der nachträglichen Trennung der beiden Hirnserien über die Zugehörigkeit der einzelnen Stücke oft zweifelhaft werden." Auch bei der statistischen Methode fand WEINBERG, dass die Häufigkeit mancher Formen bei ganz verschiedenen Völkern nicht einmal $^1/_2$ % differiert. Gilt dies für europäische Völker, so geht auch aus den bereits vorliegenden Rassenstudien hervor, dass man auch bei Vergleichungen mit aussereuropäischen Völkern keine eignen Furchen für schwarze oder gelbe Rassen wird nachweisen können; wir sind also bei Vergleichungen ganz auf die Variationen und deren Häufigkeit angewiesen, und diese könnten interessante Rassenverwandtschaften aufdecken.

Aber ich glaube, dass man auch van dieser Methode nicht allzu grosse Erwartungen hegen darf, denn meine Untersuchungen der Variationen bei Affen [2]) haben gezeigt, dass die Gehirnfurchen auch bei diesen so variabel sind, dass die Unterschiede zwischen den verschiedenen niederen Affen aufgehoben werden, und doch sind diese Gruppen viel weiter voneinander entfernt als die somatisch einander so ähnlichen Rassen des Menschen. Auch ist man wohl berechtigt von den Affen auf Menschen zu schliessen, ohne dass man so weit geht wie PANSCH, der behauptete, es sei das Menschenhirn ein vergrössertes Affenhirn, gegen welche Auffassung sich bereits BOLK [3]) wandte. BISCHOFF erklärte „Das menschliche Gehirn besitzt keine Furche und keine Hauptwindung, von welcher sich nicht beim Orang das Analogon nachweisen liesse." So ganz im Allgemeinen betrachtet lässt sich dem kaum widersprechen, gilt aber übrigens nicht nur vom Gehirn, sondern ebenso vom ganzen Körperbau; achtet man aber auf Details dann findet man doch manche Ausnahmen, wie ich. z. B. für den Larynx [4]) und BOLK

---

[1]) Comptes rendus du XII congrès international de médecine. Moscou, 7—14 août 1897, Moscou 1900.

[2]) Die Variationen an den Grosshirnfurchen der Affen mit besonderer Berücksichtigung der Affenspalte. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. VI, S. 191, 1903.

[3]) BOLK: Beiträge zur Affenanatomie. PERTUS CAMPER, Nederlandsche bijdragen tot de Anatomie. D. 1. Afl. 1, 1901.

[4]) Der Larynx und die Stimmbildung der Quadrumana. Natuurkundig Tijdschrift v. Nederl. Indie, D. LV, afl. 2, 1895.

(l. c.) für die Insula Reilii nachgewiesen haben, beide mögen übrigens auch correlatieve Erscheinungen sein. In welcher Beziehung diese Anthropoiden oder die Affen im Allgemeinen eigentlich zum Menschen stehen, ist meiner Auffassung nach ein bisher noch ungelöstes Räthsel, aber dessenungeachtet hat die Erfahrung uns gezeigt, dass wenn wir die complicierteren Formen beim Menschen begreifen wollen, wir auf den oft einfacheren Bau der Thiere, die nach gleichem Grundplan gebaut sind, zurückgreifen müssen [1]). Von dieser Wahrheit bin ich so sehr überzeugt, dass jede anatomische Studie ohne vergleichend-anatomische Basis mir von geringem Wert erscheint.

Darum habe ich denn auch, den Spuren GRATIOLET's folgend [2]), die nachfolgenden Studien vergleichend-anatomisch aufgefasst und insofern ist sie eine directe Fortsetzung meiner früheren Arbeit „Die Variationen an den Grosshirnfurchen der Affen", und wenn ich im Folgenden ohne einen Autor zu nennen, auf die Verhältnisse bei Affen hinweise, dann sind die Details in genannter Arbeit (öfter „Variationen" genannt) zu finden. Zwar haben ausser GRATIOLET auch PANSCH und BISCHOFF, EBERSTALLER, CUNNINGHAM und andere bereits diesen Weg eingeschlagen, aber abgesehen von den älteren Autoren betrachtete EBERSTALLER nur das Stirnhirn [3]) und ausserdem kann ich seinen Homologisierungen häufig nicht beipflichten; auch CUNNINGHAM verglich nicht alle Furchen, und wenn seine Auffassungen meist auch die meinigen sind, so waren ihm die Variationen bei Affen noch unbekannt. Er erschienen aber inzwischen so viele Studien über das Affengehirn, dass wir heute auf breiterer Basis das Gebäude aufrichten können und darum empfahl es sich eine neue alle Furchen umfassende Vergleichung herauszugeben und folgt die vorliegende Studie demnach einem zweifachen Ziel: erstens die Rassenanatomie des Gehirns der Javanen zu bringen, zweitens die Gehirnfurchen des Menschen mit denen der Affen zu vergleichen. Absichtlich schrieb ich „die Gehirnfurchen des Menschen" und nicht „der Javanen", denn wenn hier zur Vergleichung nur Javanen herangezogen wurden, so ist dies einfach dem Umstande zuzuschreiben, dass ich hier über keine anderen Gehirne verfügen kann; der Gedanke, dass das Gehirn des Javanen affenähnlicher sein könne als das des weissen Mannes lag mir fern

---

[1]) Vergleiche EBERSTALLER, Wiener med. Blätter 1884, S. 482.

[2]) GRATIOLET: Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates. Paris 1854.

[3]) Bei den anderen Gehirnfurchen, beschrieben in seiner älteren Arbeit (l. c.), sind die Vergleichungen mit Affen nur ganz cursorisch.

und ich hoffe, dass meine Vergleichungen andere nicht zu Schlüssen führen mögen, denen ich entgegentreten müsste.

Bei der Vergleichung des Gehirns der Javanen mit denen anderer Völker war ich auf die Literatur angewiesen und von dieser konnte ich auch nur wenige Schriften verwerten, denn nur diejenigen haben einstweilen Wert, die auf genügendem Material beruhen, wie die von Eberstaller, Cunningham, Retzius und Weinberg, aber auch die Zahlenreihen des letztgenannten Autors sind für die Esten schon so klein, dass ich bezweifle ob sie wohl zur statistischen Methode verwertet werden dürfen; die Folgezeit wird uns vielleicht lehren, wie gross die Anzahl Gehirne sein muss um Trugschlüssen zu entgehen.

Für die Nomenclatur hielt ich mich im Allgemeinen an die in Deutschland geltenden Bezeichnungen, wenn auch bekanntere Synonieme erwähnt wurden; sehr belästigend bei Literaturstudien ist der Umstand, dass die Amerikaner eine eigne Nomenclatur eingeführt haben, von welcher Waldeyer schrieb (Ergebnisse der Anatomie Bd. V, 1895. S. 185): „Wilder hat auch den Versuch einer Nomenclatur der Hirnteile unternommen. Referent glaubt nicht, dass Aenderungen, wie die von Wilder vorgeschlagenen, diesseits des Oceans Aussicht auf Annahme finden werden." Trotzdem muss ich gestehen, dass Wilder's Bezeichnungen auch ihre gute Seite, die der Neuheit, haben, während die deutschen zum Teil schon so alt sind, dass sie seit Decennien in der verschiedensten Weise gebraucht und missbraucht wurden, und so zu Verwirrungen führen können. Um Vergleichungen zu erleichtern, oder auch dort, wo ich für Furchenteile keine deutschen Namen fand, habe ich die amerikanischen angeführt. Neue Bezeichnungen einzuführen habe ich thunlichst vermieden, denn jede neue macht die Verwirrung nur grösser; eine neue Nomenclatur zusammenzustellen möge, nach weiterem eifrigen Forschen, einer Commission überlassen bleiben. Complicierter wird die hier verwendete Nomenclatur dadurch, dass ich zur Vergleichung mit Affen die von Kükenthal und Ziehen [1]) für Affenfurchen eingeführten Buchstaben (welche ich auch für meine oben genannte Arbeit verwendete) nicht entbehren konnte, denn erstens sind manche Furchen des Affenhirns nur mit diesen Buchstaben bekannt, zweitens würde Andeutung der Affenfurchen mit den für das Menschenhirn gebräuchlichen oder diesen nachgebildeten Namen zu den grössten Verwirrungen führen. In den Figuren fin-

[1]) Kükenthal und Ziehen: Untersuchungen über Grosshirnfurchen bei Primaten. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 29, Jena 1895.

det man auch diese Buchstaben zur Andeutung der Furchen zurück.

Leider fehlt uns noch eine detaillierte und vergleichende Beschreibung des Hirns der Anthropoiden und es wäre zu wünschen, dass diesen eine Monographie auf reichem Material fussend gewidmet würde. WALDEYER versprach bereits 1891 [1]) solch eine Arbeit zu liefern, aber bisher ist sie leider noch nicht erschienen; anderseits huldige ich allerdings der Auffassung, dass zum Verständnis menschlicher Formen, die Anthropoiden uns weniger lehren als die niederen Affen.

Zu dieser Arbeit hätte ich eine grosse Anzahl Gehirne verwenden können (ich besitzte augenblicklich 62 Hemispheren der Javanen), trotzdem habe ich in diesem Teil nur die Formen erwähnt, welche sich an 25 linken Hemispheren fanden, und diese ausführlich beschrieben. Denn ich gelangte während der Arbeit zu der Überzeugung, dass wenn man alle Variationen an grösseren Reihen in den Text aufnimmt, dieser fast unleesbar wird, wenigstens sehr ermüdend auf den Leser wirkt; vielleicht bin ich in der Beziehung schon zu weit gegangen. Ich beabsichtige die Variationen der anderen Hemispheren mit denen der hier bereits bearbeiteten und denen aus meiner Sammlung von andern Völkern dieses Archipels später in Tabellen zu vereinigen, welche ihrer Art nach nicht zur Lektüre, sondern nur zum Nachschlagen bestimmt sind.

Alle Hemispheren ohne Ausnahme stammen von Männern, deren Alter zwischen 16 und 50 Jahren lag und die zur Klasse der Bauern oder ländlichen Arbeiter gehörten. Alle benutzten Hemispheren wurden genau abgebildet und zwar immer alle drei Flächen.

Es ist in letzter Zeit Sitte geworden die Gehirne mit photographischem Procédé abzubilden und es hat die Technik auf diesem Wege ausserordentliches geleistet, und doch glaube ich nicht, dass wir damit auf dem richtigen Wege sind. Man erhält so zwar prächtige Bilderbücher, aber die Deutlichkeit leidet darunter. Ich weiss, dass manche Forscher diese Auffassung nicht teilen, aber diese möchte ich bitten zu versuchen z. B. nach den Tafeln von RETZIUS eine genaue Beschreibung des S. frontalis medius (S. frontoorbitalis und S. frontomarginalis) zu liefern, und dann werden sie bemerken, wie ich es leider erfahren musste, dass dies bei vielen Abbildungen nicht möglich ist. Weiter sieht man auf diesen Abbildungen niemals die tiefen Gyri oder Brücken; viele Furchen scheinen ineinanderzufliessen, während doch diese Vereinigungen nur ganz oberflächlicher Art sind. Man müsste also jedem Lichtdruck eine

[1]) WALDEIJER: Das Gibbonhirn. Festschrift Rudolf Virchow gewidmet, Bd. I, 1891.

genaue Beschreibung beigeben um dieser Schattenseite abzuhelfen. Auch werden durch diese Abbildungen die Publicationen über Gehirnfurchen sehr kostspielig, aus welchem Grunde wohl niemand sich dazu entschliessen wird sein ganzes verwertetes Material (wenn dieses, wie erwünscht, recht gross ist) in der Weise abzubilden; und doch sollte man Abbildungen aller verwerteten Gehirne verlangen, denn jede neue Studie giebt auch neue Gesichtspunkte und es sollen nun die Abbildungen derart sein, dass man gewissermassen allerorts über Rassengehirne verfügen und diese auch nach Gesichtspunkten betrachten kann, die dem sie abbildenden Autor noch fremd waren. Wenn ich die Abbildungen in diesem Sinne prüfte, dann liessen sie mich oft im Stich; neue Statistiken liessen sich schon gar nicht berechnen, eben weil nicht alle Gehirne abgebildet worden waren. Man lese zur Illustration dieser Behauptung nur das nachfolgende Kapittel über den Sulcus cinguli. Bisher hat nur WEINBERG obengestellten Forderungen genügt; neben einigen eigentlich überflüssigen Photographien giebt er geometrische Zeichnungen aller seiner untersuchten Gehirne. So hat er uns das Nachprüfen leicht gemacht. Solche Zeichnungen aller der Beschreibung zu Grunde liegenden Gehirne gab auch SPITZKA für Eskimos, aber es fehlen die Tiefengyri, viele Furchen laufen ineinander aus, auch dort wo keine offene Anastomose anzunehmen ist. Meine Figuren wurden aus freier Hand gezeichnet und haben hierdurch einerseits etwas schematisches, aber anderseits vielleicht an Deutlichkeit gewonnen. Wenn man so verfährt hat man ganz besonders darauf zu achten, dass die Zeichnungen freibleiben von den Auffassungen des Autors. Ich habe diese Klippe zu vermeiden gesucht, indem ich die Gehirne durch einen Zeichner (Javane) abbilden liess, der die Bedeutung der Furchen nicht kannte; später wurden sie dann von mir genau mit den Originalen verglichen und besonders die Tiefenwindungen eingetragen, wo diese dem Zeichner entgangen waren. Jede Figur ist wiederholt geprüft und verglichen worden; es fehlen auf ihnen auch die Nebenfurchen nicht, die für uns einstweilen noch keine Bedeutung haben. Leider mussten die Abbildungen nach den bereits gehärteten Gehirnen (Formol 10 %) angefertigt werden und manche hatten bei der Härtung die natürliche Form verloren; darum weichen auch die Formen auf den Figuren öfter stark von der Form des nicht gehärteten Gehirns ab, denn der Zeichner hielt sich streng an das was er sah. Ich achte diesen Fehler geringer als den Übelstand, der durch verbesseren, alias schematisieren, hätte entstehen müssen.

Es wurden die Tiefenwindungen in verschiedener Weise angegeben; lagen sie nicht sehr tief (ein oberflächliches Einschneiden)

so wurden sie durch kleine Zwischenräume zwischen den die Furchen darstellenden Linien markiert; lagen sie tief, so führte ich die Linien eine kurze Strecke nebeneinander her, wozu die eine, wenn die Linien rechtwinklig aufeinander trafen, an der Berührungsstelle geknickt werden musste. Die Bedeutung der Buchstaben in den Zeichnungen wurde bereits erwähnt, eine detaillierte Bezeichnung der Figuren schien mir überflüssig. Jede Abbildung ist nur angedeutet mit der Folgenummer des zugehörigen Gehirns, welche auch im Text überall verwendet wurde; welche drei Abbildungen zu je einem Gehirn gehören ist aus diesen Nummern sofort zu ersehen. Auf den Figuren findet man überall, wo die Furchen in den Rand einschneiden, oder wenn diese auf zwei Flächenzeichnungen sichtbar sind, kleine Zahlen, welche die Zusammengehörigkeit der Furchenstücke andeuten sollen und kann man mit Hülfe dieser Zahlen den Verlauf jeder Furche genau bestimmen; zwischen Haupt- und Nebenfurchen wurde dabei kein Unterschied gemacht. Jedes Gehirn hat seine eignen Zahlen, die also nur Wert haben bei Vergleichung der drei zusammengehörigen Flächenzeichnungen. Homologisierungen sollen sie in keiner Weise andeuten. Leider erlaubten die Praxis und das tropische Klima mir nicht frische Gehirne zu studieren; darum habe ich auch mit wenigen Ausnahmen alle Messungen zur Seite gelassen, denn diese haben an gehärtetem Material ausgeführt doch einen sehr zweifelhaften wert [1]). Besonders bedauerte ich kein frisches Material bearbeiten zu können, weil nun auch Wägungen der Gehirnteile nachgelassen werden mussten, trotzdem mir diese nach dem Vorbilde WINKLER's [2]) sehr wünschenswert schienen; könnte es doch sein, dass Wägungen der einzelnen Gehirnwindungen weit wichtigere Anhaltspunkte für die Rassenanatomie und indirekt für die Rassenphysiologie ergeben würden als eine anatomische Betrachtung der Formen.

Das hier verarbeitete Material ist als ein sehr seltenes zu bezeichnen. Von der ganzen malaischen Völkersippe gelangten bisher nur zwei Gehirne zur Untersuchung, das eines Malaiers von Manilla und das eines anderen von Singapoer, und erst vor kurzem erschien die Beschreibung eines dritten Gehirns, das eines Javanen. Letztere wurde durch SERGIO SERGI [3]) verfasst und handelt über das Gehirn

[1]) Wenn ich überhaupt noch einige Masse nahm, so geschah dies weil ich bemerkte, dass auch andere Autoren (z. B. WEINBERG); gehärtetes Material gemessen haben; mit diesen Messungen liessen sich dann die meinigen noch einigermassen vergleichen.

[2]) WINKLER C.: The relative weight of human circumvolutions. Petrus Camper. Nederl. bijdragen tot de Anatomie, D. I, Afl. 1, Haarlem—Jena 1901.

[3]) SERGI S.: Un cervello di Giavanese. Atti della società romana di antropologia. Vol. X, Fasc. I, II, III, 1901.

eines Foetus, welches Dr. Rudel nach Europa brachte. Die Beschreibung ist genau, aber leider sind die wenigen Abbildungen recht undeutlich; auf die Unterschiede zwischen oberflächlichen und tiefen Verbindungen wurde leider nicht immer geachtet. Ich beabsichtigte erst die Resultate Sergi's in meine Arbeit aufzunehmen, doch liess ich diesen Gedanken aus folgenden Gründen wieder fahren: Sergi weiss uns von diesem Gehirn nur mitzuteilen, dass es von einem Foetus stamme „nato a termine dell' isola di Giava e di sesso femminile." Diese Anweisung ist ganz ungenügend, denn auf der Insel Java wohnen Javanen, Sundanesen, Maduresen, die jede ihre eigne Sprache reden und ausserdem noch Küstenmalaier und die Mischlinge dieser Völker. Besonders wenn das Gehirn an der Küste erworben wurde, dann ist kaum anzunehmen, dass es rein javanischer Herkunft sei; denn dort kreuzen sich die vier genannten Völker noch mit Chinesen, Europäern und Arabern, warum man an den Küsten auch niemals anthropologische Studien anstellen sollte.

Die von mir gesammelten Gehirne stammen alle aus dem Inneren der Insel von mir wohlbekannten Personen ab, welche alle zu der Landbau treibenden Bevölkerung gehörten, und sollte ich nun dieses einheitliche Material vergleichen mit den Resultaten gewonnen an einem Gehirn zweifelhafter Herkunft? Ich hoffe Herr Sergi, der so gefällig war mir einen Abdruck seiner Arbeit zu schicken, wird mir verzeihen, wenn ich mich dazu nicht entschliessen konnte.

Da es mir wünschenswert erschien es dem Leser zu ermöglichen, jede meiner Angaben nach den Figuren zu controlieren, so wurde fast bei jeder Angabe hinzugefügt an welchen Hemispheren sie sich findet; es sind die durch römische Zahlen angewiesenen Hemispheren also nicht einfach als Beispiele aufzufassen, sondern jedesmal wurden alle Hemispheren genannt. bei denen sich die angegebene Varietät findet; wo nicht alle Hemispheren genannt wurden, wurde dies ausdrücklich erwähnt.

Betrachtungen über das Gehirngewicht.

Von neunzehn Gehirnen wurde frisch das Gesammtgewicht bestimmt mit Inbegriff der Pia mater und der Blutgefässe.

1	Mann	±	25	Jahre		1382 Gramm.
2	„	„	25	„		1103 „
3	„	„	60	„		1273 „
4	„	„	55	„		1201 „
5	„	„	16	„		1295 „
6	„	„	40	„		1222 „
7	„	„	40	„	(sehr mager)	1237 „
8	„	„	7	„		1303 „
9	„	„	40	„	„ „	1220 „
10	„	„	30	„	„ „	1334 „
11	„	„	45	„	(mager)	1270 „
12	„	„	30	„		1275 „
13	„	„	30	„		1222 „
14	„	„	45	„		1304 „
15	„	„	45	„		1458 „
16	„	„	30	„		1675 „
17	„	„	50	„	(sehr mager)	985 „
18	„	„	30	„	„ „	1355 „
19	„	„	35	„	„ „	1290 „

In Bezug auf diese Gewichtsbestimmungen ist zu beachten, dass die meisten durch erschöpfende Krankheiten starben, andere eines plötzlichen Todes; Geisteskranke oder an Gehirnkrankheiten Verstorbene kommen in dieser Tabelle nicht vor. Zwar weichen die Altersstufen ziemlich weit auseinander; da wir aber durch MARCHAND wissen [1]), dass schon fünfjährige Kinder fast das Gehirngewicht Erwachsener erreicht haben, so können wir diese Altersunterschiede ausser Acht lassen, wenn auch das Maximum erst mit zwanzig Jahren erreicht wird. Als Mittel ergeben obige Wägungen 1284 Gramm, und dieses entspricht sicher nicht dem wahren Mittel, weil die Mehrheit der Leichen sich in einem schlechten Ernährungszustand befand; doch hat es trotzdem seinen Wert, da viele europäische Statistiken auf ähnlichem Material beruhen.

Wünschen wir nun dieses Mittel für Javanen mit dem Hirngewicht der Europäer zu vergleichen, dann sollte man glauben, dass

[1]) MARCHAND: Über das Hirngewicht des Menschen. Abhandelungen math.-phys. Classe der K. sächsischen Gesellschaft d. W., Bd. XXVII, 1902.

nichts einfacher sei als die Mittel für Europa in der Literatur nachzuschlagen; leider werden wir sehen, dass es nicht leicht ist einen Mittelwert für das Hirngewicht des Europäers festzustellen. Nimmt man z. B. VIERORDT's Daten und Tabellen (2te Aufl. 1893) zur Hand, dann findet man Mittel für fast alle Völker Europas, aber diese variieren von 1461 Gramm für Hannoveraner bis 1287 Gramm für Franzosen. Es entspräche dann das Gehirn der Javanen einerseits dem der gehirnleichten Völker Europas (Franzosen, Oesterreicher) und wäre anderseits 177 Gramm leichter als das der Hannoveraner. Aber leider verdienen diese Mittel wenig Vertrauen, denn für dasselbe Volk geben die verschiedenen Autoren Mittel die 100 Gramm und mehr Differenz zeigen können (z. B. für Schotten). Noch verwirrender wird die Sache dadurch, dass die Tabellen von VIERORDT und TOPINARD [1]), welche doch zum Teil auf Angaben derselben Autoren beruhen, viele Unterschiede zeigen. Wie soll man sich das erklären, sind das alles Druckfehlerteufel? Nach VIERORDT ist das Mittel für alle in Europa verrichteten Wägungen 1362 Gramm, welches zufälligerweise genau dem Mittel BISCHOFF's entspricht; DAVIS gab 1367 Gramm an, RAUBER 1375, die Mittel von TOPINARD, MENDEL, BUSCHAN, ZIEHEN schwanken zwischen 1350 und 1372. Einstweilen können wir also ± 1360 annehmen und wäre dann das Javanenhirn also ± 80 Gramm leichter.

Recht misstrauisch wird man nun aber auch wieder gegen dieses Mittel wenn man bemerkt, dass alle neueren Wägungen höhere Zahlen geben als die älteren; so finden wir bei VIERORDT für Russen 1328 und 1346; durch SERNOFF stieg dann das Mittel auf 1412, welches sehr schön übereinstimmt mit dem Mittel aus 336 Wägungen von BIRULJA BJALYNITZKI, 1411 Gramm [2]). Aber auch für andere Völker sind die neueren Mittel immer sehr hoch, so für Schweden [3]) 1399 Gramm (RETZIUS nach 450 Wägungen) oder nach MARCHAND's Correctur 1409.7 Gramm. Für Böhmen [4]) wird 1441.5 Gramm angegeben (Mittel aus 376 Wägungen von MATIEGKA S. 10), für Hessen 1388 oder 1400 Gramm (MARCHAND l. c. S. 402), WEINBERG giebt für Letten 1403 Gramm (Mittel aus 10). Bei den Japanern steigt das Hirngewicht fortwährend: 1874 betrug es

[1]) TOPINARD: Éléments d'anthropologie générale. Paris 1885.

[2]) BIRULIA BJALYNITZKI nach Centr. blatt für Anthr. Jahrg. IV, Seite 69, 1899.

[3]) RETZIUS: Ueber das Gehirngewicht der Schweden. Biolog. Untersuchungen N. Folge IX, 1900, S. 51.

[4]) MATIEGKA, Sitzungsberichte d. K. böhm. Gesellsch. der Wissenschaften, 1902. IIe Classe, n°. 20. Wer sich für die vielen Fragen, das Gehirngewicht betreffend, interessiert, dem sei MATIEGKA's Arbeit sehr empfohlen; sie bringt alles und in praecisester Form.

1337 Gramm (Dolnitz), 1881 war es auf 1356 gestiegen (Taguchi), um 1903 bis auf 1367 (Taguchi) zuzunehmen. Es scheint fast alsob der internationale Sport sich auch des Gehirngewichts bemächtigt hätte. Allein schon durch die genannten neueren Wägungen würde Vierordt's Mittel für Europa sich nicht unbedeutend heben und die Unterschiede mit Javanen grösser werden. Vielleicht erklärt sich manches durch die Annahme leichthirniger und schwerhirniger Völker in Europa, aber ich unterlasse es lieber sie in solche Gruppen zu sondern; man könnte nationale Gefühle verletzen in gleicher Weise wie heute der Brachycephalus bei manchen fast zum Schimpfwort wurde.

Nun hielt man natürlich die Europäer meist für hirnschwere Leute, schwerer wenigstens als diejenigen Völker welche noch nicht von der europäischen Cultur beleckt worden waren, aber Taguchi störte diesen schönen Traum, indem er das Mittel (aus 374 Wägungen) für Japaner auf 1367 Gramm feststellte. Spitzka bemerkte schon dazu, dass das Gehirn der Japaner etwas schwerer zu sein scheine als das der Europäer. Die Zahlen Taguchi's [1]) überraschten um so mehr, weil die Japaner bisher für kleiner galten als Europäer [2]) und das Gehirngewicht bei kleineren Menschen meist geringer als bei grossen (Topinard S. 469), aber auch diese allgemein verbreitete Auffassung wurde durch Koganei zerstört, der für die Körperlänge japanischer Soldaten ein Mittel von 1676 Centimeter fand [3]). Ihr hohes Gehirngewicht erstaunt uns nun etwas weniger und wäre in Übereinstimmung mit den in Europa herrschenden Verhältnissen, denn um das Gehirngewicht verschiedener Völker zu vergleichen muss man auch auf das relatieve Gewicht oder auf die Statur achten. Das geschah in verschiedener Weise; Calori (cit. Vierordt) stellte fest, dass bei Europäern Gehirngewicht zu Körpergewicht sich verhalten wie 1 : 46—50, für Javanen finde ich 1 : 39 [4]), für Japaner (Taguchi) 1 : 38,3; übrigens fand Reid (cit. Vierordt) für Europäer 1 : 36.6. Es war für Javanen und Japaner [5]) ein etwas günstigeres Verhältnis zu erwarten weil sie kleiner oder doch jedenfalls schlanker gebaut sind als Europäer; denn auch

---

[1]) Taguchi: Sei-I-Kwai. Med. Journal Tokyo 1903. Vol. XXII, nach Spitzka: The brain weight of the Japanese. Science 1903. N S. vol. XVIII, n°. 455, p. 371.

[2]) Davis, Philosoph. Transactions, vol. 158. Part. II, 1869 (cit. Vierordt).

[3]) Zentralblatt für Anthropologie, 1904, S. 165.

[4]) Das Körpergewicht der Javanen ist 50.27 Kilo; vergleiche meine Arbeit: Longueur et poids du corps chez les habitants de Java. L'anthropologie 1901.

[5]) Koganei's Mittel ist wohl zu hoch für die ganze Nation; vielleicht waren es ausgesuchte Individuen etwa aus der Klasse der Samurai. Die Körpergrösse der Javanen beträgt 1635.

für Europäer hat GILTSCHENKO [1]) nachgewiesen, dass das relatieve Hirngewicht im umgekehrten Verhältnis zur Körpergrösse steht, sodass kleinwüchsige, graciele Individuen ceteris paribus mehr Hirnmasse auf je eine Einheit Körpergrösse besitzen als grosswüchsige.

Wahrscheinlich ist der Unterschied zwischen den relatieven Gewichten bei Javanen und Europäern nicht gross, denn nach BISCHOFF (cit. VIERORDT) soll das Gehirn eines Europäers von 50 Kg. Körpergewicht 2.5 % dieses Gewichts entsprechen, also 1250 Gramm betragen, was ungefähr dem Hirngewicht meiner Javanen (1284) entspricht. Anderseits haben manche Autoren Körperlänge mit Hirngewicht verglichen; thun wir gleiches für die Javanen dann finden wir auf 1 Centimeter Körpergrösse 7.9 Gramm Hirngewicht, während man bei Russen, Deutschen, Czechen, Japanern bei Individuen, welche nicht grösser sind als meine Javanen, auf 1 Centimeter Körpergrösse mehr als 8 Gramm (bis 8,5) findet. Achtet man nun das Verhältnis zur Körpergrösse (als einem constanteren Faktor) wichtiger als das zum variabelen Körpergewicht, dann wären die Javanen allerdings zu den leichthirnigeren Völkern zu rechnen. Gerne würde man sie nun mit dem Gehirngewicht anderer dunkelfarbiger Völker vergleichen, aber leider stehen für diese keine vertrauenswerten Mittel zur Verfügung. So kennen wir nach WALDEYER [2]) z. B. drei ganz verschiedene Mittel für Neger:

	Mittleres Hirngewicht	Anzahl Fälle
Zusammenstellung TOPINARD, S. 537	1234	29
Amerikanische Neger nach SANTON HUNTER und IRA RUSSEL.....	1331	161 (168)
Nach WALDEYER's Wägungen	1148	14

Achten wir nun auf die ziemlich bedeutende Körperlänge der Neger, dann kommt mir WALDEYER's Mittel am unwahrscheinlichsten vor (ich meine als wahres Mittel der Rasse); sollte sich dies aber bestätigen, dann würde hiermit eine hervortretende Rasseneigentümlichkeit der Neger (leichtes Gehirn) nachgewiesen worden

[1]) GILTSCHENKO nach Zentralblatt f. Anthropologie VI, 1901. S. 44; nach MATIEGKA (l.c. S. 12) nimmt das absolute Körpergewicht zu mit der Körpergrösse.

[2]) Sitzungsberichte d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1894, S. 559.

sein. BUSCHAN [1]) geht näher auf die von HUNTER gelieferten Gewichtsbestimmungen für Neger ein, aus denen ebenfalls hervorgeht, dass die Neger in Amerika ein leichteres Gehirn als die weissen Bewohner Amerikas besitzen. HUNTER's Zahlen reden allerdings eine deutliche Sprache, die keinen Zweifel übrig lässt; aber sie beweisen doch nur, dass die Neger ein leichthirniges Volk sind, berechtigen aber noch lange nicht zu dem Schluss, dass die geistig auf niedriger Stufe stehenden Rassen im Allgemeinen ein kleineres Gehirngewicht besitzen als Culturvölker, wie BUSCHAN schliesst. Übrigens ist es schon nach den oben mitgeteilten Zahlen nicht unwahrscheinlich, dass die Neger aus schwer- und leichthirnigen Völkern zusammengesetzt sind, ganz wie GILTSCHENKO dies für die Bevölkerung Ruslands nachwies, ohne dass damit psychische Unterschiede correspondieren. So haben z. B. die alle überherrschenden Grossrussen ein leichteres Gehirn als die beherrschten russischen Völker.

Wir hätten dann schwerhirnige und leichthirnige Völker und erstere auch ausserhalb Europa. Denn zu den schwerhirnigen wären die Japaner zu zählen und wahrscheinlich auch die Chinesen, von den TOPINARD sagt (Anthropologie générale S. 571): „nous tendons à croire que les races jaunes sont décidement bien douées sous ce rapport". Nun behauptet BUSCHAN gleiches nach Bestimmungen der Schädelcapacität, und findet, dass die Chinesen sogar mehr Gehirnvolumen haben als Europäer.

Da aber die Zahlenreihen [2]) bei BUSCHAN nur dem einen Zweck verfolgen um zu beweisen, dass mit der Cultur und Intelligenz das Gehirngewicht zunimmt, so erklärt er die grosse Gehirnmasse der Chinesen durch die Bemerkung: „dass die Chinesen ein Culturvolk sind, das auf eine vieltausendjährige Cultur zurückblicken kann, die wenn sie auch Stillstand erfahren, doch niemals einen Rückgang erlebt hat, und dass der einzelne Chinese auf einer höheren Stufe der Durchschnittsbildung steht als der Deutsche". Nun gönne ich den Söhnen des Reiches der Mitte zwar dieses Lob, bezweifle aber ob jemand, der die Chinesen wirklich kennt, diese Worte unterschreiben will. Ich verkehre seit Jahren mit Chinesen,

---

[1]) BUSCHAN: Cultur und Gehirn; Correspondenzblatt der deutschen Anthropologischen Gesellschaft n°. 10—12, 1904.

[2]) In weiten Grenzen will ich zugeben, dass man Gehirngewicht und Schädelcapacität miteinander vergleichen darf, und die Masse wo die Unterschiede gross sind, neben einander verwendet werden dürfen: wenn die Unterschiede in der Capacität aber gering sind dann soll man sich hüten den Schluss zu ziehen, dass ein Volk mit etwas geringerer Capacität auch weniger Gehirnmasse besitze.

aber meine Erfahrungen über ihre Durchschnittsbildung sind leider ganz anderer Art, und meiner Überzeugung nach ging die Cultur bei ihnen sehr zurück, denn ihre productieves Zeitalter liegt weit rückwärts, und wo nichts neues erdacht wird und man nur das alte nachahmt kann man doch kaum mehr von Cultur reden, jedenfalls eine Cultur ohne Intelligenz. Aber lassen wir dies zur Seite, meiner Auffassung nach sind die Chinesen einfach ein schwerhirniges Volk, ebenso wie die tiefstehenden Eskimos, von denen SPITZKA bezeugte: „So far as one may venture to express an opinion concerning the weight of the Eskimobrain, it appears safe to say it is rather above the average of the European brain." Weiter möchte ich noch den Gedanken der Prüfung empfehlen, ob Übereinstimmungen in Gehirnschwere Rassenverwandtschaft andeuten können; es rücken dann die Chinesen, Japaner und Eskimos einander nahe, während sie von den malaiischen Völkern ein weiterer Zwischenraum trennt, als man zuweilen annahm.

Wie oft auch bestritten, so taucht doch immer wieder der Gedanke auf, dass mehr Gehirngewicht in irgend welcher Beziehung stände zu höher entwickelter Psyche oder Cultur, dass also von zwei gleich grossen Individuen derselben Rasse derjenige mit grösserem Hirngewicht auch die grössere Intelligenz zeigen müsse; unlängst wurde diesse Auffassung noch durch MANOUVRIER [1]) verteidigt. Ich bedaure, dass diese besonders für berühmte Männer gerne verteidigte Auffassung aufkam und zwar erstens, weil sie gleich der Theorie der hochstehenden Dolichocephalen in bedenklicher Weise den Chauvinismus anregt und so den Beobachter blendet; zweitens, weil meiner Meinung nach kein Grund dazu vorliegt diese Beziehung zu forderen. Denn wenn einer gesteigerten functionellen Inanspruchnahme eines Organs stets eine entsprechende Superiorität in der morphologischen Ausbildung und in der physiologischen Wirkung parallel gehen muss, dann sollte auch die schwere massal entwickelte Hand eines Schmiedes geschickter sein als die zart-leichte Hand einer Stickerin. Es liegt doch mehr auf der Hand bei Verschiedenheiten in psychischer Entwicklung an Unterschiede in Qualität (feineren complicierteren Bau, vollkommenere Elasticität u. s. w.) als an das Quantum zu denken oder wie WEINBERG sich ausdrückt: es bliebt bei den getäuschten Erwartungen „der Trost, dass Taschenchronometer oft genug feiner arbeiten als grosse Turmuhren (Zentralblatt f. Anthropologie Bd. V S. 199).

[1]) MANOUVRIER. Revue d'école d'anthropologie, Paris 1902.

WEIGNER [1]) gelangte zu dem Schluss (Satz 6): „Wenn also das Gehirngewicht von den somatischen Eigenschaften nicht direct abhängig ist, ist es ratsam von den Versuchen, eine Paralelle zwischen Gehirngewicht und psychischer Potenz zu ziehen abzulassen, weil die Lösung solcher Fragen einer anatomischen reellen Basis vollkommen entbehren". Nun hat BARTELS zwar bei Referierung dieser Arbeit (Zentralblatt f. Anthropologie, IX Jahrg. S. 139. 1904.) den Wert der WEIGNER'schen Arbeit angezweifelt, besonders wegen der Unzulänglichkeit des Beweismaterials, schrieb aber in Bezug auf obigen Satz: „So wird auch die Berechtigung des Verfassers seinen Satz 6 zu formieren zweifelhaft, wenngleich ihm wohl trotzdem niemand heutzutage seine Richtigkeit bestreiten wird." Darin irrte BARTELS; es giebt heute noch verschiedene Forscher die anderer Meinung sind. Ausser MANOUVRIER und BUSCHAN, die oben bereits genannt wurden, wären hier noch BOLK, SPITZKA, AMMON, MATIEGKA zu nennen. BOLK hat diese Auffassung allerdings nur in seiner ersten Arbeit über Form und Capacität des Schädels vertreten [2]), während sie sich in seiner zweiten weit critischeren Arbeit nicht mehr findet [3]). AMMON stützte die Auffassung BOLK's in einem Referat [4]); sie passt ja auch ganz in AMMON'sche Auffassungen hinein. SPITZKA hat sich wiederholt in gleichem Sinne ausgesprochen [5]) und MATIEGKA schloss sich in einem Referat über SPITZKA's Arbeit dieser Auffassung an [6]) und wenn MATIEGKA behauptet, dass „bei hoher Intelligenz ein komplicierterer Denkmechanismus auch einen komplicierteren Nervenapparat voraussetzt", dann möchte ich dem garnicht widersprechen, aber ein komplicierterer Nervenapparat ist doch noch ganz etwas anderes als ein höheres Hirngewicht und nur darüber handelte SPITZKA, dessen Auffassung ich anschloss. Ich vermute, dass eben darum weil die Qualität sich unseren Untersuchungen entzieht, so manche Forscher sich immer wieder an die Quantität festklammern, während es ihnen doch nicht einfallen würde zu behaupten, dass ein grösseres oder höher entwickeltes Tier sich auch aus einem grösseren

---

[1]) WEIGNER: Ein beitrag zur Bedeutung des Gehirngewichtes beim Menschen. Anatom. Hefte 71, 1903.

[2]) BOLK, L. Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde 1900, D. I, n°. 12.

[3]) BOLK, L. Zeitschrift für Morphl. u. Anthropol. Bd. V. 1902.

[4]) Zentralblatt für Anthropologie, Bd. VII, S. 8, 1902.

[5]) SPITZKA. Philadelphia medical journal, May 2, 1903. Science N. S. Vol. XVIII, n°. 455, p. 373, 1903.

[6]) Zentralblatt f. Anthropologie, Bd. IX, Seite 141, 1904; auch in: Sitzungsberichte böhmische Gesellschaft der Wissenschaften 1902.

Ei oder Spermafaden entwickeln müsse. Ist es denn so schwer zuzugeben, dass es Räthsel giebt, die wir (heute oder in Zukunft) nicht lösen können?

Die kräftigste Waffe in den Händen der Forscher, welche Beziehungen zwischen Gehirngewicht und Intelligenz suchten, waren bisher immer die Gehirngewichte berühmter Männer, von denen die am meisten Vertrauen verdienenden unlängst durch SPITZKA [1]) gesammelt wurden. Für 96 hervorragende Männer fand er ein Mittel von 1473 Gramm, oder in einer zweiten Arbeit für 100 hervorragende Männer 1469.6 Gramm [2]), wodurch sie also mehr als 100 Gramm über dem Durchschnitt der Europäer stehen würden. Wie überzeugend diese Zahlen auch scheinen, so bleibe ich einstweilen doch meinen oben angegebenen Standpunkt festhalten und zwar aus folgenden Gründen:

1°. Es giebt auch berühmte Männer mit niedrigem Gehirngewicht; von den 96 Gehirnen fallen 18 unter das europäische Mittel, woraus sich bereits auf Unterschiede in Qualität schliessen lässt. [3]) Ausserdem haben diese Gewichtsbestimmungen nur dann Wert, wenn man auch die Genealogie dieser Männer kennt, und sie nicht nach dem Ort ihres Wirkens, sondern der Abstammung nach in die Völkergruppen trennt; denn diese zeigen auch in Europa, wie oben bereits hervorgehoben wurde, bedeutende Unterschiede; so würden z. B. 42 der 96 Gehirne berühmter Männer unter dem durch MATIEGKA für Böhmen festgelegten Mittel (1441,5) und 47 unter dem für Hannovraner durch KRAUSE und HENLE bestimmten Mittel stehen [4]). SPITZKA hat sie nur dem Wirkungsorte nach getrennt und dann zeigt sich, dass die berühmten Männer Amerikas und Englands ein schwereres Gehirn zeigen als die Deutschlands und Frankreichs, und diese Unterschiede entsprechen dem mittleren Gehirngewicht dieser Völker. Wenn Schotten und Engländer (nach VIERORDT's Tabelle) bereits ein Hirngewicht von 1424—1412 Gramm

---

[1]) SPITZKA, The Philadelphia medical Journal, May 2, 1903; vergleiche weiter die ausführliche Zusammenstellung der Auffassungen über diesen Gegenstand bei MATIEGKA, Sitzungberichte Böhm. Geselschaft d. Wissenschaften, 1902, IIe Cl., n°. 20.

[2]) SPITZKA: E. A. A Study of the brain of the late major I. W. Powell. American Anthropologist N. S. Vol. 5, n°. 4, 1903.

[3]) Ein sehr niedriges Gehirngewicht hatte auch der Belgische Musiker Peter Benoit, nämlich nur 1225 Gramm. VERRIEST: Over Guido Gezelle, Handelingen van het 5de Vlaamsche Natuur- en Geneeskundig congres te Brugge 1901.

[4]) Auch sonst ist bei gesunden Menschen, die im Vollbesitz ihrer geistigen Fähigkeiten stehen und durch nichts besonderes auffällig geworden sind, das Gehirngewicht sehr variabel und schwankt zwischen 800 und 2100 Gramm (THÜRINGER) oder 900 und 2000 Gramm (BRESLAUER) Sieh bei Waldeyer in: Ergebnisse der Anatomie, Bd. VIII, S. 398 1898. Für Javanen fand ich Gewichte von 985—1675 Gramm.

zeigen, dann erheben ihre berühmten Männer mit 1473 Gramm sich nur wenig über dieses Mittel.

2°. Nimmt das Gehirngewicht mit der Körpergrösse, dem Knochenbau, der Muskelentwicklung (MATIEGKA) zu oder ab [1]), und nun könnte es doch sein, dass die Körpergrösse oder Sitzlänge oder der Knochenbau einiger dieser Männer mit hohem Gehirngewicht auch den Durchschnitt überträfe, wenn auch für einige französische hervorragende Männer der Gegenteil (wenigstens für die Körpergrösse) behauptet wird [2]). Die durch die Faktoren: Körpergrösse, Knochenbau, Ernährungszustand und Muskelentwicklung hervorgerufenen Unterschiede sind sehr gross. So beträgt nach MATIEGKA die Differenz zwischen dem Hirngewichte grosser und kleiner Männer 72,3 Gramm, steigt bei entsprechender Berücksichtigung des Knochenbaus auf 123,9 Gramm, des Ernährungszustandes auf 151,5 Gramm und endlich der Muskelentwicklung auf 231.7 Gramm. Wenn diese Zahlen feststehen, dann ist ein schweres Gehirn bei einem Manne z. B. wie Bismarck, sofort erklärlich ohne an Gewichtszunahme wegen hochstehender Intelligenz zu denken.

3°. Gehören wohl alle berühmten Männer zur wohlhabenden sich überernährenden Klasse und nimmt, wie schon oben bemerkt, das Gehirngewicht mit dem Ernährungszustand [3]), oder bei wechselendem Körpergewicht zu oder ab (TOPINARD S. 531). Man beachte, dass das Gehirngewicht bei den besser situierten Leuten zunimmt (MATIEGKA) oder dass diese nach PFITZNER mit zunehmender Bildungsstufe grössere Köpfe (Hutnummern) zeigen. Man vergleiche die berühmten Männer also nicht mit allgemeinen Mitteln sondern mit Mitteln ihrer Gesellschaftsklasse, und dann findet man bei MATIEGKA für die höheren Stände bereits ein mittleres Hirngewicht von 1500 Gramm, welches jenes von SPITZKA's berühmten Männern *bereits mit 27 Gramm* übertrifft. Ihrer Gesellschaftsklasse nach hätten

---

[1]) Vergleiche hierzu: GILDO TINI, Atti et Soc. romana di anthropol. 1900, Bd. VII, S. 103 und N. W. GILTSCHENKO, Zentralblatt f. Anthropologie VI, 1901, S. 44 und MATIEGKA, l. c. So auch BISCHOFF: Das Hirngewicht des Menschen, Bonn 1880 und MARSHALL, Journal of anat. and physiol. Vol. XXVI, 1892; übrigens wäre nach DUBOIS (Archiv für Anthropologie B. XXV 1898) statt Körpergrösse „Sitzlänge" zu lesen. Diese Beziehungen zwischen Körpergrösse und Gehirngewicht giebt MARCHAND (l. c. S. 416) aber bei Vergleichung erwachsener Personen einer Rasse nicht zu, vergleiche: Zentralblatt f. Anthropologie 1903, S. 15. WEIGNER opponierte heftig gegen MATIEGKA und will überhaupt keine Beziehungen zwischen Körperbau und Gehirn zugeben. Näheres in Anatom. Hefte Bd. 23, H. 3, 1904, S. 657—672.

[2]) GIUSEPPE PORTIGLOTTI, Zentralblatt für Anthropologie 1902, S. 87.

[3]) Auch MATIEGKA bemerkt zu seiner 6ten Klasse mit bedeutenderen Geistesanlagen, dass sie eine bessere Ernährung aufweisen; darum dürfen MATIEGKA's Zahlen auch nicht in der Weise verwertet werden, als dies durch BUSCHAN (l. c. S. 129) geschah.

die hervorragenden Männer also gar kein besonders schweres Gehirn [1]). Es ist vollständig verfehlt die Hirngewichte berühmter Männer mit dem Mittel grösserer Zahlenreihen vergleichen zu wollen, denn letztere beruhen bekanntlich in erster Linie auf dem Material der Krankenhäuser und Seciersäle, also von unterernährten Personen der niederen Klassen; darum war auch Buschan's Vergleich berühmter Männer mit den Gewichtszahlen der Hessen (Marchand) verfehlt. Anderseits ist zuzugeben, dass das Gehirngewicht der von Spitzka genannten Männer zu erhöhen wäre wegen ihres hohen Alters; wird doch allgemein angenommen, dass das Hirngewicht mit dem Alter abnimmt und zwar nach Matiegka (l. c. S. 10) mit 46 Gramm [2]). Anderseits wäre noch die Frage zu stellen, ob Leute mit leichterem Gehirn vielleicht länger leben, und dadurch den Schein hervorrufen, alsob ältere Leute ein leichteres Gehirn besitzen; auch wissen wir noch nicht ob auch intelligente, hervorragende Männer der allgemeinen Regel unterworfen sind, dass das Gehirngewicht mit dem Alter abnimmt, denn bei Irren (Matiegka S. 22) nimmt es mit dem Alter zu (d. h. Irrengreise haben ein schwereres Gehirn als irre Männer); vielleicht gilt Gleiches für hervorragende Männer. Auch die folgende interessante Bemerkung Topinard's möge hier erwähnt sein (S. 546): „Il est une remarque curieuse à faire dans ce tableau, c'est que l'avantage en faveur des savants, qui en forment la majorité, est plus marqué de 50 à 80 ans que de 40 ou de 30 à 50, comme si le volume plus grand de l'encéphale acquis par le travail devenait une condition favorable de survie. Cela ne voudrait-il pas dire, que l'organisme résiste mieux à la fatigue intellectuelle lorsque la substance cérébrale s'hypertrophie, que lorsqu'elle conserve son volume ordinaire". Man hat meiner Meinung nach nie genug beachtet, dass hervorragende Männer meist auch unermüdliche Arbeiter sind und nun scheint mir, dass falls oder insofern diese überhaupt ein schwereres Gehirn besitzen als andere wohlhabende Leute ihrer Gesellschaftsklasse, dies nicht dem höheren Intellect, nicht ihren Geistesgaben oder Talenten zuzuschreiben ist, sondern dem Factum, dass sie durch-

---

[1]) Vergleiche hierzu da Costa Ferreira, Bull et mem. d. l. soc. d'anth. de Paris, 1903 Tom. IV. Zentrallblatt f. Anthr. 1904. S. 141. Diese studie, welche sich an die Matiegka's anschliesst, hat übrigens wenig beweisende Kraft. Wenn die Unterschiede in der Schädelcapacität gering sind, dann ist es doch noch fraglich ob die Gehirngewichte dem entsprechen würden; auch sind Ferreira's Zahlenreihen für die höheren Stände zu klein.

[2]) Weigner. (Anat Hefte Heft 71, S. 67, 1903) widersprach dieser Auffassung.

schnittlich mehr arbeiten als andere Menschen. STEINMETZ [1]) hat zu Recht darauf hingewiesen, dass um ein berühmter Mann zu werden Talent oder Genie nicht genügen; es gehören noch andere Eigenschaften dazu, von denen grosse Arbeitskraft gewiss in erster Linie genannt zu werden verdient. Darum wäre es gewiss interessant, wenn man eine Anzahl Gehirngewichte sammeln könnte von Leuten aus den besseren Ständen, die ohne irgend wie durch Talente über der Menge hervorzuragen doch den ganzen Tag mit dem Kopf arbeiten; beim Handel und bei den Beamten finden sich viele solcher Personen.

4°. Ist so häufig auf die Verwandtschaft zwischen Genie und Irrsinn hingewiesen worden, dass die Frage berechtigt erscheint ob das höhere Hirngewicht berühmter Männer nicht eine pathologische Erscheinung sein kann, wie dies z. B. für die Fälle Cuvier, Turgenjew und Helmholtz angenommen wird; auch für den berühmten belgischen Dichter Guido Gezelle (der ein Hirngewicht von 1674 Gramm hatte) wird mitgeteilt, dass er am Wasserkopf gelitten habe [2]) und wird für Richard Wagner gleiches behauptet. Auch andere Krankheiten können das Hirngewicht in bedeutendem Masse erhöhen. So fand VIRCHOW bei rachitischen Kindern [3]) die ganz ausserordentlich hohen Gehirngewichte von 1732 und 1911 Gramm die er durch eine interstitielle Hyperplasie durch Vermehrung der Neuroglia erklärt. MARCHAND zählt noch weitere Fälle auf und lässt dann (S. 43) die Bemerkung folgen: „In dieselbe Kategorie gehören wahrscheinlich alle die ungewöhnlich schweren Gehirne von Erwachsenen, die teils durch besonders hohe Geistesgabe (man kann sagen trotz des Zustandes ihres Gehirns) ausgezeichnet waren, teils das gewöhnliche Maass geistiger Fähigkeiten erreichten oder wenigstens nicht übertrafen" [4]). Zu den obengenannten Kranken wären dann noch die geistig Kranken zu fügen. Von diesen teilt BUSCHAN nach Vergleichung der von MARCHAND und ILBERG gelieferten Zahlen mit,

---

[1]) STEINMETZ: Der Nachwuchs der Begabten. Zeischr. f. Sozialwissenschaften. Bd. VII, 1904.

[2]) Handelingen Vlaamsch Natuur- en Geneesk. Congres, Brugge 1901.

[3]) Nach MARCHAND, Abh. d. K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. XXVII, 1902.

[4]) Am Schlusse seiner Arbeit finde ich nach folgende Sätze MARCHAND's (S. 435): „Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist unterliegt das Gehirngewicht schon im Bereiche der Norm so grossen Schwankungen, dass es unmöglich ist, aus einzelnen Fällen, ja selbst aus einer grösseren Gruppe van Beobachtungen sichere Schlüsse auf etwaige Beziehungen zwischen dem Gewicht des Gehirns und seiner Function zu ziehen. Ebenso verfehlt, wie es sein würde eine Parallele zwischen dem Gewicht des Gehirnes und der normalen geistigen Thätigkeit zu ziehen, ist auch der Versuch, bestimmte Geisteskrankheiten mit einem grösseren oder geringeren Hirngewicht in Verbindung zu bringen".

dass das Gehirn von Paralytikern leichter sei als geistesgesunder Personen und MATIEGKA (S. 17) behauptet gleiches für geisteskranke Männer [1]); andere fanden keine Unterschiede [2]); bei Paranoikern und einzelnen anderen Geisteskranken wurde sogar Zunahme des Gehirngewichts wie bei hervorragenden Männern gefunden (MATIEGKA S. 26.) Weiter hat man grade bei Geisteskranken und Idioten ausserordentlich schwere Gehirne gefunden. So fand SIMS ein Gehirn von 2400 Gramm, VAN WALSEM 2850 Gramm [3]), JOHN SUTCLIFFE fand bei epileptischer Manie ein Gewicht von 2070 Gramm [4]) und andere mehr. MATIEGKA (S. 18) bemerkt denn auch: „Eine Abweichung in diesem oder jenem Sinne (Gewichtszunahme oder Abnahme) bedeutet eine Gefahr für die Korrektheit der Hirnfunctionen. Auch bezüglich des Hirngewichts kann nicht bloss ein gewisses *minus* sondern auch ein gewisses *plus* Schaden bringen."

Mir scheint, dass wir erstens zu beachten haben, dass das Gehirngewicht in hohem Masse variiert nicht nur beim Menschen, sondern auch bei Affen (so bei Semnopithecus von 50 bis 84 Gramm), warum nur grosse Zahlenreihen für Vergleiche benutzt werden können. Dass es zweitens leicht- und schwerhirnige Rassen giebt ebenso gut wie kleine und grosse oder grossfüssige und kleinfüssige. Dass drittens durch allerlei pathologische Reize das Gehirngewicht zunimmt und diese Zunahme das eine Mal zu Geistesstörung, das andere Mal zu erhöhter Funktionierung im Sinne des Intellekts führt. Der uns unbekannte (nur vorausgesetzte) feinere Bau des genialen Gehirns, oder der ihn erregende Reiz, könnte gleichzeitig Ursache pathologischer Störungen sein, welche die Zunahme des Gewichts bedingen auch auf ganz anderem Wege als durch Hydrocephalus, oder beide können durch denselben Reiz hervorgerufen werden [5]) ohne einander zu bedingen oder zu fördern. Denn es könnte auch sein, dass Intellekt und Genialität in überhaupt keiner Beziehung zum Gehirngewicht stehen; giebt es doch intellektuelle, geniale Menschen, die es niemals zu etwas bringen, also niemals in die Klasse hervorragender Männer eintreten werden, weil ihnen die Arbeits- die Schaffenskraft fehlt; letztere aber könnte an das grössere Gehirngewicht gebunden sein, und dann hätte Intellekt, Genialität nichts mit der Gehirnschwere zu machen, wenn auch dort, wo Intellekt

[1]) Vergleiche GIOVANNI, Zentralblatt f. Anthropologie, 1896, S. 31.

[2]) MEYER-HEIBERG, L'anthropologie, T. VI, 1895; übrigens liegt über diese Frage eine ganze Literatur vor.

[3]) Neurologisches Zentralblatt, 1899. Bd. XVII, n° 13.

[4]) Journal of mental science, 1902, Vol. XLVIII, p. 323.

[5]) Vergleiche HANSEMANN, Ztschr. f. Physiol. u. Psychologie der Sinnesorgane, Bd. XX, 1899.

sich mit Gehirnschwere combiniert, vielleicht ein reüssierender hervorragender Mann entstehen kann. Und endlich wäre der Gedanke nicht zu verwerfen, dass wenn ein intelligentes Kind ein gleich schweres Gehirn hat wie ein dummes Kind, der grössere Arbeitsdrang beim intelligenten Kinde die Gewichtszunahme hervorrufen könne in gleichem Sinne wie der Schmied kräftigere Arme hat als der Stubenhocker. Darum, wie schon oben bemerkt wurde, wäre es wünschenswert wenn wir nicht nur die Gehirnschwere hervorragender Männer bestimmten, sondern auch die Gehirnschwere wenig intelligenter Männer, die nur mit dem Kopf arbeiten, oder die Gehirnschwere von Leuten mit überreiteten Nerven, der „degénérés", der Neurastheniker, oder auch der Leute, die ein besonders feines Gefühl haben und dadurch auf geringe Reize stärker reagieren als andere Leute. Ich würde es nicht unwahrscheinlich finden, dass man auch bei allen diesen Gruppen ein schwereres Gehirn finden würde als bei anderen Leuten. Ich spreche diese Vermutungen aus weil es scheint, dass es doch Beziehungen giebt zwischen Gehirngewicht und der geistigen Arbeitsmenge (nicht dem Intellekt oder Genialität, denn dafür fehlt jede Spur eines Beweises), die ein Mensch leistet. Dafür hat Buschan manche Beweise gesammelt. So die Zunahme der Schädelcapacität mit der Cultur und Abnahme beim Rückgang der Cultur, wie auch Ranke nachwies, dass die städtische Bevölkerung eine grössere Schädelcapacität hat als die Landbewohner, und die gebildeteren Stände auch nach Pfitzner einen grösseren Schädel haben als die ärmeren Schichten des Volkes. Oder wenn Galton und Venn nachwiesen, dass diejenigen Studenten welche die Zensur I bei der Schlussprüfung erhielten, grössere Köpfe zeigen als die mit der Zensur II und diese wieder grössere Köpfe als die mit der Zensur III, und die Durchgefallenen die kleinsten Köpfe, dann will ich dieses nicht anzweifeln; nur ist unsere Erklärung eine ganz verschiedene. Ich bezweifle, dass die Grössenzunahme des Kopfes eine höhere Intelligenz andeutet. Die cultivierten Leute wissen zwar viel mehr, arbeiten viel mehr mit dem Kopf als mit den Muskeln, aber darum sind sie noch lange nicht intelligenter als andere. Um Primus zu sein auf der Schule oder auf der Universität, dazu braucht man gar nicht intelligenter zu sein als die schlechtesten. Primus sein bedeutet nur, dass man fleissig ist, seine Gedanken concentrieren kann und dadurch zur guten Reproduktionsmachine wird. Noch unlängst hörte ich von einem alten Universitätslehrer die Klage, dass die Studenten, von denen man am meisten erwartete, im späteren Leben sich gar nicht auszeichneten und sie, die sich einen Namen machten als

Studenten, nicht zu grossen Erwartungen berechtigten Einer der berühmtesten Gelehrten des vorigen Jahrhunderts (aus leicht begreiflichen Gründen muss ich seinen Namen verschweigen) pflegte bei kleinen Festlichkeiten im eignen Hause seine besten Schüler einzuladen; mehrere kannte ich, keiner von diesen hat sich später in der Wissenschäft einen Namen gemacht. Auch wissen wir, dass eine Anzahl berühmter Männer sehr schlechte Schüler waren; dass es Ausnahmen giebt (Helmholtz) ist mir natürlich bekannt. Ich sehe in allen Zahlen Buschan's nur eine Anweisung, dass Leute, die eifriger mit dem Kopf arbeiten, einen grösseren Kopf erhalten und demnach wahrscheinlich auch ein grösseres Gehirn; aber eifrige junge Mohamedaner, die sich bemühen die grösst mögliche Anzahl Sätze aus dem Koran auswendig zu lernen, dürften dadurch gleiches Resultat erlangen.

Die Überanstrengung des Gehirns durch die Cultur giebt einen Reiz ab, auf den das Gehirn (der Kopf) mit Zunahme des Volumens antwortet, während die meist bessere und regelmässigere Ernährung (an Calorien reichere) in gleichem Sinne wirkt; aber damit haben wir noch keine Zunahme der Intelligenz erreicht; die intelligentesten Leute finden sich oft unter denen, deren Schulbildung eine sehr mangelhafte war, während anderseits die besten Schüler der höheren Schulen oft sehr wenig intelligent sind. Für mich ist der Ausdruck intelligent gleich bedeutend mit reich an eignen Gedanken, reich an Combinationsgabe; eine Reproductionsmachine, es sei sie als Primus auf der Klasse sitzt oder als Chinese umhergeht, kann in meinen Augen nicht zu den intelligenten Leuten gerechnet werden. Intelligente Menschen in oben genannten Sinne sehen wir häufig unter Autodidakten, oder unter den Fürsten und Politikern „wilder" Völker. Für mich ist darum Zunahme des Gehirnvolumens nicht gleichbedeutend mit Intelligenz, vielleicht wohl gleichbedeutend mit einer Schattenseite unseres Culturlebens, dem „surmenage intellectuel". Dass der Reiz, welcher durch Arbeitszunahme auf das Gehirn wirkt und dessen Volumen vergrössert, gleichzeitig Anlass giebt zu pathologischen Störungen wie Irrsinn, hat Buschan selbst ausgeführt und neben dem Irrsinn scheint das Genie zu stehen. Aber nicht immer führt die Überreizung zu solchen Abnormitäten; weit häufiger, und das kann ich täglich in meiner Umgebung beobachten, führt sie zu einem Reizzustande des ganzen Nervensystems, besonders auch der Gefühlsnerven.

Es ist merkwürdig, wie der Teil der javanischen Bevölkerung, der zur Cultur hinaufstrebt, dass heisst seine positieven Kentnisse vermehrt, nervös wird und wie reine Gefühlsnerven überreizt sind.

Der Javanische Kuli verträgt die grössten Schmerzen wenn er will, (ich operierte früher öfter ohne Narcose), der javanische hoch entwickelte Beamte fürchtet nichts so sehr als körperlichen Schmerz; einer schmerzhaften Behandlung durch einen Arzt wird er sich niemals unterwerfen. Unsere Krankenhäuser sind voll mit einfachen Dorfbewohnern; unsere Sprechstunden besuchen sie eifrig, aber der höher entwickelte Javane bleibt uns ferne, lässt allerlei Geschwüre weiter und weiter fressen, bis sie unheilbar sind, nur aus Angst, dass die Behandlung eine schmerzhafte sein könne. Die Überreizung seines Nervensystems sind die Folgen seines Fortschreitens in der Cultur, deren Segnungen er anderseits verwirft; dass seine Intelligenz dabei zunahm oder bei seinen Kindeskinderen habe ich niemals bemerkt. Leider war ich noch nicht in der Gelegenheit zu untersuchen ob auch ihr Schädelvolumen mit der Cultur zunahm, was auf Grund der in Europa gesammelten Erfahrungen wohl zu erwarten wäre. Zum Schluss möchte ich dann noch bemerken, dass die oben genannte Zunahme des Gehirns durch Cultur (oder Übercultur) bisher nur nach Messungen der Schädel angenommen wird und da möchte man wünschen, dass sich die Frage beantworten liesse, ob an solchen Gehirnen wirklich die Nervensubstanz zunimmt oder nur das Bindegewebe oder vielleicht auch nur der Wassergehalt.

Etwas tiefer in den Bau des Gehirnes berühmter Männer dringen die Studien des Oberflächenreliefs, denen wir jetzt eine Anzahl ausgezeichneter Monographien verdanken, und doch scheinen mir auch diese Studien noch viel zu grob anatomisch zu sein um auch nur einen Zipfel des Schleiers zu lüften, welcher die Beziehungen zwischen Hirn und Seele bedeckt. Ich bezweifle ob es den Autoren möglich wäre um das Gehirn eines berühmten Mannes, welches ich mit 20 anderen Gehirnen aus Seciersälen (oder mit Gehirnen von Australiern) mischte, aus diesen heraus zu finden, denn aus den ausführlichen Beschreibungen der Gehirnfurchen von Gylden, Helmholtz und der Sonja Kovalewski geht doch hervor, dass ihre Furchen und Windungen sich nicht von denen anderer Gehirne unterscheiden. [1])

---

[1]) Vergleiche Weinberg in: Zentralblatt f. Anthrop., Bd. V, S. 199. Auch unterbrochene Hirnfurchen will Weinberg nicht mehr als Zeichen der Superiorität anerkennen. Anatom. Anzeiger, Bd. XXII, S. 279—281, 1902 Spitzka's Ausführungen (American Anthropologist, Vol. V, p. 603—609, 1903) und seine suggestiven ganz im Haeckelschen Geiste gehaltenen Abbildungen können mich nicht von dieser Auffassung abbringen. Eine Zusammenstellung der Literatur über die Gehirnwindungen berühmter Männer gab Spitzka, American Anthropologist, N. S. Vol. V, n°. 4, 1903.

Ausser auf Furchen kann man noch auf die Entwicklung der einzelnen Teile der Oberfläche des Gehirns achten und annehmen, dass einzelne Teile bei Männern mit hervortretenden Charaktereigenschaften stärkere Entfaltung zeigen werden. So behauptet SEGGEL [1]), dass die Höhe der Intelligenz des Menschen nicht durch die Grösse und das Gewicht des Gehirns oder die Schädelcapacität, sondern durch die Entwicklung des Stirnhirnes bzw. durch die Capacität der vorderen Schädelgrube bedingt werde, während CROCHLEY CLAPHAM [2]) die Intelligenz vom Occipitallappen abhängig erklärt, was wieder streitet gegen die Auffassung GRATIOLET's, dass je höher organisiert in der Reihe der Primaten ein Glied dieser Kette ist, um so kleiner relativ auch der Hinterhauptlappen ausfällt [3]). Auch hat man darauf hingewiesen, dass der grosse Redner Gambetta ein stark entwickeltes Sprachcentrum zeigte, aber auch diese Übereinstimmung könnte eine zufällige sein, denn auch bei dem französischen Mörder Vacher fand man ein ähnlich entwickeltes Sprachcentrum. Bei RETZIUS S. 112 lese ich folgendes: „Bekanntlich hat man dieser Rindenpartie (Pars opercularis superior) wegen ihrer physiologischen Dignität eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und ihre Grösse und Gestalt mit stärkerer oder schwächerer Entwicklung des Sprachorgans und der Rednergabe in Verbindung gesetzt. Nach meiner Ansicht ist man dabei zu weit gegangen, ich bin in dieser Hinsicht mit EBERSTALLER einverstanden. Es lassen sich aus der äusseren Gestalt und der scheinbaren Grösse der Rindenpartie kaum sichere Schlüsse ziehen." Die obenerwähnten Widersprüche berechtigen sicher nicht von weiteren Forschungen Grosses zu erwarten [4]) und doch wäre es wünschenswert wenn die einzelnen Gehirnwindungen bei verschiedenen Rassen und verschieden entwickelten Personen genau nach dem Vorbilde WINKLER's [5]) gewogen würden, denn auch ein negatieves Resultat ist doch ein Resultat und bringt uns von unrichtigen Wegen zurück. Leider werden sich einstweilen die Forscher nicht leicht dazu entschliessen

[1]) Archiv f. Anthropologie, N. F. Bd. I, S. 1—25, 1903. Zentralblatt f. Anthropologie, 1904, S. 8.

[2]) A note on the comparative intellectual value of the anterior and posterior cerebral lobes. Journal of ment. science, Bd. XLIV, 1898. Zentralblatt für Anthropologie, 1898, S. 349.

[3]) Citat bei EBERSTALLER, Wiener medic. Blätter, Jahrg. VII n°. 16—20, 1884.

[4]) Auch hier ist SPITZKA von entgegengesetzter Auffassung. Vergleiche: American Anthropologist, 1903, p. 615: A preliminary communication of a study of the brains of two distinguished physicians. Proceedings of the association of american anatomists, December 27—28, 1900.

[5]) WINKLER. The relative weight of human circonvolutions. Petrus Camper. Nederl. Bijdragen tot de Anatomie, D. 1, Afl. 1, 1901.

ihr jetzt noch immer seltenes Material in der Weise zu zerschneiden, und doch könnten diejenigen hier helfen, die über das Material grösserer Krankenhäuser in den Kolonien verfügen; sie haben das Material in reichlichem Maasse, leider aber nicht das Interesse. Und wenn auch alle diese Studien nur negatieve Resultate brächten, dann würden sie doch erstens kräftige Beweise lieferen für die heute von wenigen mehr bezweifelte Einheit des Menschengeslechtes, zweitens uns lehren, dass wir mit unseren groben Hülfsmittelen Fragen wie die nach den Beziehungen zwischen Gehirn und Seele nicht lösen können.

Über die Variationen der Furchen.

Mit Freude begrüsste ich SERGI's Arbeit über die Variationen der Grosshirnfurchen bei Hylobatiden. Nach meinen eignen Publikationen und denen von WALDEYER, SPERINO, ZUCKERKANDL [1]) und anderen besitzen wir nun über dieses Genus solch eine Kenntnis von Variationen (zum Teil auch für Semnopitheci und Cercopitheci), die früher nur für den Menschen erreicht wurde. Anderseits ist es allerdings noch eine offene Frage, ob diese Variationen eine vergleichend-anatomische Bedeutung haben und ob nicht alle allein durch Vorgänge während der embryonalen Entwicklung zu erklären sind.

Diese Bemerkung führt mich hinüber in das Kapittel der embryonalen Entwicklung der Furchen. Ich habe diese besonders bei RETZIUS studiert und ich möchte in erster Linie auf seine Mitteilungen (S. 21 u. 22) über die ersten Entwicklungsstadien der Fissura parieto-occipitalis und Fissura calcarina hinweisen, aus denen

---

[1]) SERGI S.: Le variazioni dei solchi cerebrali e la loro origine segmentale nell' Hylobates. Dall' istituto di antropologia della R. Universita di Roma. Ricerche Lab. Anat. Roma e altri Lab. Biologici, Vol. X, 1904.

KOHLBRUGGE: Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. Zoolog. Ergeb. einer Reise in Niederl. Indien, Max Weber. Leyden Bd. I, 1890. Bd. II, 1891; derselbe: Die Variationen der Grosshirnfurchen der Affen. Zeitschrift f. Morphologie u. Anthropologie, Bd. VI. 1903.

WALDEYER: Das Gibbonhirn. Internat. Beitr. zur wissensch. Medicin, Festschrift Rudolf Virchow, Bd. I Berlin. 1891; derselbe: Sylvische Furche und Reil'sche Insel des Genus Hylobates. Sitzungsbericht der Kön. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 19 März 1891.

SPERINO: Contributo allo studio del cervello del Gibbone. Giornale della R. Acad. di medicina di Torino, 1898, n° 12.

ZUCKERKANDL: Zur Morphologie des Affengehirns. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie, Bd. IV, 1902. S. 463.

sattsam hervorgeht, dass diese so variabelen Anlagen keine tiefere Bedeutung haben können, dass das zeitliche Entstehen der Furchenstücke wertlos ist, und dass CUNNINGHAM irrte als er aus ihnen vergl. anat. Schlüsse zog. Beachtenswert in dieser Beziehung ist auch, dass der S. centralis aus doppelter Anlage hervorgehen kann, was vergl. anat. durch nichts begründet ist und ich möchte behaupten, dass die Embryologie der Furchen uns bei vergl. anat. Untersuchungen einfach im Stich lässt [1]). Am wichtigsten ist diese embryonale Ausbildung für das Studium der Überbrückung, denn wir wissen (RETZIUS, CUNNINGHAM u. s. w.), dass diese meist (wenn nicht immer) embryologisch zu erklären sind; wenn nun aus den durch SERGI gesammelten Thatsachen (S. 239—240) hervorgeht, dass auch die Furchen der Affen durch tiefe und oberflächliche Brücken unterbrochen sein können, dann erlaubt dies zu schliessen, dass die bisher wenig oder garnicht bekannte Embryologie der Furchen des Affenhirns der des Menschen ähnlich sein dürfte, dass also auch dort die längeren Furchen durch Verschmelzung einzelner Stücke sich bilden. Weiter liegt aber gerade in der Thatsache, dass diese Brücken vergl. anat. bedeutungslos sind, ein wertvoller Beitrag zu Bestreitung der heute noch herrschenden Auffassung, dass die Ontogenese eine Wiederholung der Phylogenese sei [2]).

Darum auch, und ich werde im Text darauf zurückkommen, muss ich den Autoren entgegentreten, welche direkt embryologische und vergl. anat. Thatsachen als gleichwertige Grössen in eine Reihe setzen. Weiter werde ich im Text wiederholt Gelegenheit haben (S. centralis, S. cinguli EBERSTALLER) der Auffassung entgegenzutreten, alsob die Interdigitationen oder Zahnradanordnung der Pfeiler, welche die Furchenränder stützen, in Schwellen oder Brücken übergehen können, gewissermassen deren Vorstufe bilden. Sie ist ganz allgemein verbreitet und findet sich auch noch bei RETZIUS (S. 94), obgleich dieser Autor dann berichtigend folgen lässt: „Die Überbrückungen sind aber, wo sie vorkommen, bekanntlich meistentheils schon von Anfang an angelegt gewesen, was das Studium der foetalen Gehirne hinreichend beweist". Trennen diese Brücken manche Furchen beim Menschen, die bei Affen stets einheitlich sind (S. inter-

[1]) Wenn KOLLMANN behauptet: „In der Ontogenie des menschlichen Foetus erscheinen diese allmählichen Entwicklungsstufen der Primaten wieder. Bei den Cynocephalen, bei Cercopithecus und Macacus stehen die Windungen etwa auf der Entwicklungsstufe des Gehirns eines menschlichen Foetus vom Ende des 7ten Monats", dann sollte er diesen Satz erst beweisen; einstweilen kann ich diese Auffassung ebenso wenig wie ZUCKERKANDL teilen, in dessen Schrift (III, S. 4) ich obiges Citat fand.

[2]) Man vergleiche hierzu die embryologische Entwicklung des peripheren Nervensystems, auf welche ich hier nicht näher eingehen kann.

parietalis, S. retrocentralis), so sehen wir anderseits wie beim Menschen manche Furchen in offene Verbindung treten, welche bei Affen noch getrennt sind. Bei Semnopitheci wird zuerst und dann noch in seltenen Fällen ein Zusammenfliessen des S. front. inf. und S. praec. sup. beobachtet, welche bei Hylobatiden und hernach beim Menschen zur Regel wird; auch vereinigt sich beim Menschen der S. interparietalis mit dem. S. occipitalis transversus und die Fissura parieto-occipitalis mit der Fissura calcarina; im Allgemeinen zeigen die höheren Formen mehr Vereinigungen als Trennungen wenn man sie vergleicht mit den niederen.

Über die die Furchen (oder Faltungen) bedingenden Ursachen ist viel geschrieben worden, ohne dass man eine Lösung der hier sich ergebenden Fragen gefunden hätte. Als richtende Kräfte werden 1° äusserer Druck der umgebenden Teile und 2° die verschiedene Entwicklungsenergie der inneren Teile des Organs selbst angeführt. Dabei möcht ich hervorheben, dass eine dritte Gruppe von Furchen sich theoretisch construïeren lässt, welche durch die Resultante beider genannten Kräfte hervorgerufen werden. Am besten lassen sich die durch die eine oder die andere formbestimmende Kraft erzeugten Wirkungen wohl dadurch trennen, dass man zahlreiche Querschnitte bei Affen und Menschenhirnen anlegt und hierdurch bestimmt, welche Furchen feste Lagebeziehungen zu inneren Teilen zeigen; wo diese fehlen oder die Varietäten anfangen wird man die Formen äusseren Kräften zuschreiben können. Die ersten Faltungen, welche das Gehirn des Menschen zeigt, sind bekanntlich die transitorischen Furchen und es ist beachtenswert, dass diese fast ausschliesslich radiäre Richtung zeigen. Nun haben auch am ausgewachsenen Gehirn manche Hauptfurchen eine radiäre Richtung; besonders deutlich treten diese an der medianen Fläche hervor, aber sie zeigen sich auch an der lateralen Fläche besonders als S. centralis und den ihm benachbarten Furchen. Werden nun die transitorischen Furchen, wie die meisten Autoren annehmen durch mechanische Ursachen hervorgerufen, „indem die noch dünne Hirnwand um im Schädelraum Platz zu finden, in Folge des stärkeren Zuwachses in longitudinaler Richtung gezwungen ist sich der Quere nach einzufalten" (Retzius S. 19), dann möchte ich einstweilen auch die radiär gerichteten bleibenden Furchen in erster Linie als durch äusseren Druck in ihrer Richtung bestimmt zu einer Gruppe vereinigen. An der anderen Seite wären dann die Furchen zu stellen von denen man annehmen darf, dass sie durch das Wachstum innerer Teile bedingt werden und zu diesen gehört in erster Linie die Fissura lateralis, vielleicht auch der Sulcus cinguli; um diese gruppieren sich die

sagittalen oder schrägen Furchen wie um die radiären die transversalen Furchen. Für diese Gruppierung ist besonders zu beachten, dass die Kräfte, welche eine Faltung hervorrufen, stets weiter wirken als diese Faltung selbst und zwar in dem Sinne, dass neben jeder Faltung gerne gleichgerichtete Faltungen entstehen. Sowie ein Gehirn an Grösse zunimmt (embryologisch betrachtet) oder einem höher entwickelten Geschöpf angehört, (was wenigstens bei den Primaten ja meist mit Grössenzunahme verbunden ist), so sieht man neben den ersten Faltungen andere entstehen, die den primären parallel gerichtet sind, deren Form sie nachzuahmen streben. So sehen wir am Hirn niederer Affen nur zwei transversale Stirnfurchen: den S. centralis und den S. praecentralis inferior. Nach und nach sehen wir bei den höheren Formen einen S. praec. sup. auftreten, der ebenfalls eine dem S. centralis parallele Richtung annimmt, und beim Menschen können beide Ss. praecentrales sich schliesslich zu einer langen transversalen Furchen vereinigen, welche gleiche Länge wie der S. centralis zeigt; es wird hierdurch der S. centralis gewissermassen verdoppelt.

In gleicher Weise richtet sich der S. retrocentralis, der beim Affen durchaus nicht dem S. centralis parallel ist, beim Menschen auf und wird dem S. centralis parallel, löst sich vom S. interparietalis los, vereinigt sich mit einem S. retrocentralis superior und verdoppelt so nochmals nun caudalwärts den S. centralis [1]); dass diese Parallelbildungen noch weitergehen können, z. B. durch Auswachsen eines S. subcentralis (XVIII) oder durch Richtung der Zweige des S. interparietalis (XX), auch durch Auswachsen des R. ant. fissurae lateralis (VII) oder des S. diagonalis (IV, XXIV) werden wir an manchen Beispielen im Texte zeigen. Zu diesen radiären Furchen, die so zahlreich auf der medianen Fläche erscheinen, möchte ich übrigens auch die Fissura parieto-occipitalis rechnen. Andererseits sehen wir gleiche Parallelbildungen bei der anderen Gruppe der Fissura lateralis hervortreten. Hier sind besonders die drei Temporalfurchen zu nennen, von denen man die erste früher in zutreffender Weise als Fissura parallela bezeichnete. Diese Parallelbildungen oder Verdoppelungen treten wohl nirgends so zahlreich auf als am Lobus parietalis inferior, der beim Menschen verglichen mit dem der Affen besondere Breitenentfaltung zeigt. Zunächts sieht man als Hauptfurche dieses Lappens nur den S. temp. superior, dessen dorsales Ende sich bei manchen Affen schon

[1]) Dass hier wirklich Beeinflussung der einen Furche durch die andere vorliegt, zeigen besonders die Imitationen des S. centralis durch den S. praecentralis und S. retrocentralis, wenn diese einheitlich sind und den S. centralis verdoppelen.

durch Parallelbildungen verdoppelt (neben a^1 ensteht a^2); beim Menschen unterscheiden wir schliesslich einen R. ascendens der ersten Temporalfurche und einen R. ascendens der zweiten Temporalfurche und zwischen diesen die vielen Ss. intermedii, die ventralen Zweige des S. interparietalis, die Verdoppelungen der Furchenstücke a^1 und a^2. Zu den sich nach der Fissura lateralis richtenden Furchen möchte ich auch den S. front. inf. rechnen, denn bei Betrachtung von Gehirnen wie die der Fig. 9 auf Tafel IX von RETZIUS erlangt man die Einsicht, dass der zuerst erscheinende S. front inf. eine dem vorderen Teil der unentwickelten Fissura lateralis parallele Furche ist und hat es vielleicht seine Bedeutung, dass die der Fissura lateralis am nächsten gelegene sagittale Furche auch vergleichend-anatomisch die erst erscheinende ist.

Bei Zunahme des Frontalhirns zeigen sich nun weitere parallele Bildungen; haben die niederen Affen nur den einen S. rectus oder principalis, so richten sich die kleinen Grübchen oder Furchenstücke am dorsalen Rande nach diesem und es entsteht ein S. front. sup., welcher Process dann beim Menschen noch weiter geht und einen S. front. med. hervorruft und zuweilen oberhalb des S. front. sup. auch noch einen S. frontalis mesialis. Übrigens könnte es recht wohl sein, dass nicht alle diese parallelen Furchen unter dem richtenden Einfluss des S. front. inf. (oder indirekt der Fissura lateralis) stehen, denn mir scheint, dass die Mantelränder bei ihrer Ausbildung ebenfalls einen richtenden Einfluss auf die Faltungen der Gehirnrinde ausüben. Dieser Gedanke wird besonders bei Betrachtung des S. cinguli angeregt, der unter dem Einfluss des Corpus callosum oder des S. corporis callosi steht, also auch zur zweiten Gruppe, die durch Vergänge inneren Wachstums erklärt werden müssen, zu rechnen ist. Bedingt nun die Ausbildung des Corpus callosum eine ihm parallele Faltung der Hirnrinde und diese wieder eine gleiche im S. cinguli superior, dann ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich andere Faltungen nach dem Mantelrande richten werden, zumal man besonders am dorsalen Rande beim Menschen diese parallelen Furchen antrifft. So sind ausser dem S. front. sup. im Gyrus front. sup. zu nennen der Sulcus front. mesialis der lateralen Fläche und der zuweilen mit gleichem Namen angedeutete Sulcus der sagittalen medianen Fläche. Hierher gehört auch, dass beim Menschen sich ein S. interparietalis ausbildet parallel der Mantelkante, während die Furche bei niederen Affen meist eine mehr radiär gerichtete Furche ist. Weiter caudalwärts hätten wir noch den von ELLIOT SMITH beschriebenen S. occipitalis paramesialis zu nennen und das Abweichen des S. occipitalis transversus zum

Mantelrande. Auch die Gabelbildungen der radiären Furchen, sowie sie dem Mantelrande nahetreten, sind wohl durch den Einfluss derselben richtenden Kräfte hervorgerufen.

Auf eine interessante Erscheinung hat RETZIUS hingewiesen, nämlich auf die compensierenden Querfurchen; zu diesen sind die Furchen zu rechnen, welche einen Halbkreis bilden um das Ende einer anderen tief einschneidenden Furche. Es scheint die eine Faltung, besonders wenn sie tief ist, die andere zu bedingen; dadurch entstehen die Halbkreise um das dorsale Ende des S. praec. sup. und das laterale Ende der Fissura calcarina wie sie im Text beschrieben werden; so wies bereits RETZIUS (S. 94) darauf hin, dass die Form des S. cinguli und des S. interparietalis und occipitalis transversus beeinflusst werden, resp. durch den S. centralis und den S. parieto-occipitalis, indem erstere einen Halbkreis um das dorsale Ende letzterer bilden.

So wird also der Sulcus interparietalis durch die verschiedensten Kräfte beeinflusst. Am vorderen Ende *zwingt* der S. cinguli den Retrocentralis genannten Teil ihm imitatorisch nachzufolgen; den hinteren Teil bildet die Fissura parieto-occipitalis zu einer Bogenfurche (compensatorische Querfurche) um, und der ganze horizontale Teil kann unter dem richtenden Einfluss der Mantelkante kommen, welche auch den S. occipitalis transversus von der radiären in eine sagittale Richtung hinüberziehen kann, sodass der Sulcus occipitalis sagittalis entsteht. Bleibt anderseits der S. occipitalis transversus radiär gerichtet und dabei eine tiefe Furche, dann zwingt sie den S. occipitalis lateralis sich als compensatorische Querfurche um ihr unteres Ende zu krümmen. Geräht der S. occipitalis lateralis nicht unter dem Einfluss des S. occipitalis transversus, dann kann er unter dem des Sulcus temp. sup. gelangen und wie dessen hinterer Zweig erscheinen; so ist jede Furche keine allein stehende Grösse, sondern sie wird von allen umliegenden Furchen beeinflusst, und jede zufällig entstehende Anomalie muss andere hervorrufen.

Der Sulcus occipitalis lateralis zeigt beim Menschen zahlreiche Parallelbildungen; sie zeigen sich als einfache Verdoppelungen des S. occip. later. oder als Teile der *i*-Furche (S. temp. med.), die dem S. occip. later. parallel sind, oder auch durch stärkere Entwicklung des mit a_3 bezeichneten Astes des S. temp. sup. in caudaler Richtung, und beeinflusst der S. occip. lat. seinerseits den S. temp sup. und den S. temp. inf.

In diesem Sinne möchte ich primäre von secundären Furchen unterscheiden; die primären entstehen durch die oben genannten

Kräfte: äusserer Druck und inneres Wachstums, beide natürlich wieder beherrscht durch den Factor Erblichkeit. Secundäre Furchen sind Parallelbildungen oder compensierende Querfurchen im Sinne dem RETZIUS dieser Bezeichnung gab, oder entstehen unter dem Einfluss benachbarter Furchen. Von diesen secundären Furchen giebt es übrigens noch Unterarten wie die, welche RETZIUS als vikariierende Compensation bezeichnet.

Anderseits gewinnt man manchmal den Eindruck, alsob ein gewisser Congruenzstreit zwischen den Kräften vorliege, welche sagittal und denen welche transversal richten, wodurch die eine Gruppe auf das Gebiet der anderen Gruppe hinübergreift. So sehen wir an manchen Gehirnen, dass die Enden der praecentralen Furchen in die sagittale Richtung umbeugen können, den Gyrus praecentralis durchschneidend fast bis zum S. centralis ziehen, wie man dies nach WEINBERG besonders häufig bei Letten findet; so kann ja auch der S. front sup. über den S. praec. sup. hinausreichen und den S. centralis berühren. So scheint mir auch, dass die Verbindungen zwischen transversalen und sagittalen Furchen zum Teil eben dem Umstande zuzuschrieben sind, dass die faltenden Kräfte oft erst dort ihre Grenze finden, wo sie auf absoluten Widerstand stossen, nämlich auf die faltenden Kräfte der entgegengesetzten Richtung und es ist nicht im voraus festgesetzt, welche von diesen an einem Gehirn oder an einer Stelle des Gehirns die kräftigere sein wird. Man möge nun allen solchen Reflexionen geringen Wert zuschreiben, doch wird man zugeben müssen, dass sie einerseits verwickelte Verhältnisse vereinfacht, unserem Verständnis näher bringt; anderseits, dass sie zu einer rationellen Einteilung der Furchen in gewisse Gruppen dienlich sein können, was bei Betrachtungen und Vergleichungen stets vorteilhaft ist. In dem Text der Arbeit wird sich zeigen, dass ich an einigen Stellen schon nach obengenannten Reflexionen einteilte, und wenn ich dies noch nicht allgemein durchführte so ist diese Zurückhaltung der Überzeugung zuzuschreiben, dass erst genauere Forschungen die etwaige constante Lagebeziehungen der Furchen zu den inneren Teilen des Gehirns festgelegt haben müssen. Endlich möchte ich noch bemerken, dass jede einzelne Furche um ein bestimmtes Mittel zu variieren scheint mit allerseits gleicher Amplitude, sodass wenn sich dies bestätigen sollte und auch die gegenseitige Beeinflussung der Furchen anerkannt wird, die Variationen auch keine vergleichend-anatomische Erklärung finden können. Rassenanatomisch betrachtet lässt sich allerdings nicht läugnen, dass die eine Variation häufiger bei der einen Rasse sich zeigen mag als bei einer anderen und sich also

bei der statistischen Methode Rassenunterschiede ergeben mögen, aber ich fürchte, dass wenn nur die Anzahl Gehirne, welche zur Untersuchung gelangen, genügend gross sind, alle Unterschiede verschwinden werden. Als ich mich unlängst damit beschäftigte die Variationsbreite an gewissen Pflanzenteilen zu bestimmen, schwankten die Resultaten bei jeder Vermehrung mit hundert neuen Exemplaren stets hin und her und erst als ich die Variationen an tausenden Exemplaren zusammen überblicken konnte erhielt ich das Resultat, dass die Variationen um ein bestimmtes Mittel mit gleichem Ausschlag nach rechts und links sich bewegen.

Gilt dies für alle Variationen (was natürlich durch zahlreiche ähnliche Untersuchungen wenigstens wahrscheinlich zu machen wäre), dann würden die vermeintlichen Rassenunterschiede, welche man nach Untersuchung an 50 Hemispheren der Letten und 100 Hemispheres der Schweden fand, rein Kunstprodukt sein und würden alle Unterschiede bei Untersuchung von je 2000 Hemispheren beider Völker verschwinden; dann wäre damit aber auch die Rassenanatomie der Gehirnoberfläche zu Grabe getragen und ich kann leider den entmutigenden Gedanken nicht unterdrücken, dass insofern das Resultat auch dieser Arbeit ein rein negatieves sein könne, möge sie dann ihren positieven Wert darin finden, dass 1° viele unnütze Arbeit in Zukunft vermieden werde, 2° dass sie zur Klärung des Begriffs der Variationen beitrage, sei es denn auch in dem Sinne, dass diese die ihnen früher zuerkannte Bedeutung verlieren. Den Skeptiker, dem dieser einleitende Kapittel zu wenig begründet erscheint, möchte ich ersuchen, zuerst die Arbeit sich anzusehen vor er urteilt; es entstand dieser Kapittel nachdem die Arbeit zu Ende geführt war, also als ein Anfluss derselben, und insofern stände es besser am Schluss als am Anfang; so ich es trotzdem der Arbeit vorausschickte, so habe ich damit nur einer weit verbreiteten Sitte folgen wollen, welche solche allgemeinen Betrachtungen zur Einleitung fügt, wodurch der Leser gewöhnt wurde sie nicht am Schluss zu suchen.

A. FURCHEN DER LATERALEN FLÄCHE.

Fissura cerebri lateralis s. Fissura Sylvii (S.).

Wenn wir diese Fissur mit der der Affen vergleichen, so zeigt sich, dass die Formen des Hauptteils beim Menschen im Allgemeinen in gleicher Weise wie bei Affen gebildet sind, wenn die Fissur bei letzteren auch weiter dorsalwärts und caudalwärts reicht, schräger gestellt ist, dabei relativ länger ist, und endlich nicht die Abknickung des caudalen Endes zeigt, die beim Menschen selten fehlt.

Grossen Schwierigkeiten begegnen wir hingegen, wenn wir die vom Hauptteil der Fissur des Menschen ausgehenden Zweige bei Affen aufsuchen wollen. Bekanntlich zeigt der Mensch einen zweiteiligen Ramus anterior und einen sich gabelenden Ramus posterior. Ein Teil des letzteren, der aufsteigende Teil des Ramus posterior, lässt sich zwar als die dorsale Verlängerung des Hauptteils auffassen und findet sich dann auch bei Affen; der andere, der absteigende Teil hingegen, welcher in den Temporallappen eintritt und sich dem Sulcus temporalis superior nähert, fehlt den Affen. Zwar endet die Fissur bei Hylobatiden und Anthropoiden häufig mit einer Gabel, aber deren dorsale Lage lässt eine Vergleichung des unteren Gabelastes mit einem Ramus posterior descendens des Menschen nicht zu.

Wenden wir uns nun zum R. anterior, dann finden wir zwar an der orbitalen Fläche unter dem temporalen Pol bei niederen Affen eine kurze Furche (*E*), die ich früher als vordere Grenze des Operculum bezeichnete [1]) und für welche Marchand und Bolk den Namen „*Sulcus opercularis*" acceptierten; aber diese, obgleich sie mit der Grenzfurche der Insel in Verbindung steht, ist nicht mit dem R. anterior des Menschen zu vergleichen, der um diesen

[1]) Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. Th. II, S. 180 Zoolog. Ergebnisse einer Reise n. Niederl. Indien, Prof. M. Weber, Leiden 1891.

Namen tragen zu können, durch Operculardildung hervorgerufen werden muss. Deutlicher ausgebildet und bekannter ist diese Furche bei Hylobatiden und Anthropoiden und bei diesen Genera hielten die Autoren sie für homolog mit dem R. anterior des Menschen. Gegen diese Auffassung wandte ich mich; im Anschluss an PANSCH [1]) bereits 1891 und bald (1892) schloss sich CUNNINGHAM [2]) mir an, später kamen MARCHAND (1893) [3]), BOLK [4]) (1901), ZUCKERKANDL I (1902) [5]) zu ähnlichen Schlüssen. Ich will hier nicht näher auf diese Frage eingehen und verweise auf die Arbeiten genannter Autoren, von denen BOLK am ausführlichsten ist.

Weiter hat man auch den *Sulcus subcentralis anterior* der Affen mit dem R. anterior des Menschen verglichen (BROCA), welche Auffassung allgemein zurückgewiesen wurde, da dieser Sulcus niemals in die Grenzfurche der Insel eintaucht. Schliesslich hat PANSCH in dem *S. fronto-orbitalis* (*S. orbitalis externus*) der Affen den R. anterior des Menschen gesucht, welcher Auffassung ich mich 1891 anschloss. Es wäre dann also der R. anterior bei Affen vertreten. Mit dieser Auffassung ging ich wohl zu weit; CUNNINGHAM (l. c. S. 296) trat ihn entgegen: „There is no anterior limb of this fissure in the anthropoid brain and there can be no such limb"; damit kam er wohl der Wahrheit näher, besonders als er schrieb: „The fronto-orbital sulcus in the anthropoid brain is the representative of the anterior limiting sulcus of the insula in the human brain" (S. 297). Es kann dieser Sulcus nicht eine dem R. anterior direkt homologe Bildung sein, weil er eben nicht wie dieser durch Operculisierung entsteht. MARCHAND schloss sich, wie bemerkt, dieser Auffassung an; er nannte den S. fronto-orbitalis „vordere Grenzfurche der Insel". Eine Folge dieser Auffassung ist: 1° dass am Affenhirn eine dem R. anterior des Menschen homologe Bildung fehlt, 2° dass bei Affen ein Teil der Insel des Menschen frei zu Tage liegt, der vorn von dem S. fronto-orbitalis begrenzt wird. Darum schrieb bereits CUNNINGHAM (p. 297): „A true anterior limb of the Sylvian fissure could only be formed in the anthropoid

---

[1]) PANSCH: Über Furchen und Windungen am Gehirn des Gorilla; in BOLAU: Über die menschenähnlichen Affen des Hamb. Museums. Abhandelungen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften, 1876.

[2]) CUNNINGHAM: Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres, Dublin 1892.

[3]) MARCHAND: Die Morphologie des Stirnlappens und der Insel der Anthropomorphen Jena 1893.

[4]) BOLK: Über das Gehirn des Orang-utan. Petrus Camper D. 1, 1891.

[5]) ZUCKERKANDL, I. Zur Morphologie des Affengehirns. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. IV, H. III, 1902.

cerebrum by the backward growth of the anterior lip of this sulcus in the form of an operculum, and the contact of this with the anterior free border of the frontoparietal operculum. By such a proceeding the portion of braincortex between the anterior free operculum and the fronto-orbital sulcus, or, in other words, the exposed part of the insula in the anthropoid brain would become submerged as in man". Das ist eigentlich in kurzen Worten bereits der Hauptinhalt des auf diese Furche bezugnehmenden Teils von Bolk's Studie. 3° Haben wir am Menschenhirn nicht mehr nach einer dem S. fronto-orbitalis der Affen homologen Furche zu suchen.

Cunningham hat sich dann noch weiter besonders dadurch verdienstlich gemacht, dass er das Gehirn menschlicher Embryonen mit dem der erwachsenen Anthropoiden verglich, wenn ich auch der Meinung bin, dass man bei solchen Vergleichungen nicht zu weit gehen darf. Man beachte und vergleiche besonders seine Textfiguren 62 und 71 (Foetus) und die Figuren 68 und 69 (Chimpansee) und es wird leichter verständlich, wie der S. fronto-orbitalis der Affen beim Menschen zur Grenzfurche der Insel werden kann und man versteht die Worte Cunningham's (S. 298): „the resemblance between the anterior limiting sulcus of the insula and the fronto-orbital sulcus of the anthropoid apes is very evident. The similiarity is rendered all the more striking in those cases, where the frontal operculum in the human foetal brain fails to appear and the development is therefore tending towards the formation of a single anterior limb of the Sylvian fissure." Neue Gründe für diese Auffassung brachte Bolk bei durch seine Durchschnitte, von denen er bemerkt. „Aus unseren horizontalen Schnitten geht zur Genüge die Thatsache hervor, dass die Beziehungen zwischen Lobus centralis (der Insel) und basalen Gehirnganglien beim Orang abweichen von denen beim Menschen, denn wo bei diesem äussere Grenzfläche des Corpus striatum und Insula einander nahezu entsprechen dehnt sich beim Orang das Corpus striatum, besonders in dessen vorderen oberen Partien, viel mehr frontalwärts aus als die Insel". Wird nun der Teil der Oberfläche zwischen Insula und S. fronto-orbitalis in die Insel einbezogen also operculisiert, dann erhalten wir übereinstimmende Verhältnisse zwischen Insel und Corpus striatum bei Orang und Mensch. Beachtenswert sind dann noch die Auseinandersetzungen Bolk's, wie durch Wachsen des temporalen Pols der S. opercularis und der S. fronto-orbitalis verschwinden, operculisiert werden. In Bezug auf den S. fronto-orbitalis nimmt Bolk eine zwischen Pansch-Kohlbrugge und Cunningham-Marchand vermittelnde Stellung ein, indem er den Sulcus in drei Teile teilt; der

untere schwindet wahrscheinlich, der mittlere wird zur vorderen Grenzfurche der Insel, der obere zum R. anterior horizontalis der Fissur. Ich unterlasse es zu dieser Deutung Stellung zu nehmen, denn um sie ohne Vorbehalt anzunehmen, müssen andere Genera in gleicher Weise untersucht werden.

Vor wir von dieser Furche Abschied nehmen müssen wir noch zeigen, warum dieser S. fronto-orbitalis von allen älteren Autoren zu den Orbitalfurchen gerechnet wurde. Diese Auffassung wird sofort verständlich, wenn wir die Figuren der Orbitalfurchen auf S. 209 meiner Arbeit über Variationen der Gehirnfurchen der Affen untereinander vergleichen. Wir sehen dort Gehirne, denen der Sulcus vollständig fehlt (Fig. 38, 4; Fig. 34, *a*), andere wo er nur durch eine lateralwärts reichende Spitze des *Sulcus orbitalis* representiert wird (Fig. 41, *c'*); an anderen ist diese *R*-Furche etwas stärker entwickelt aber in inniger Verbindung mit dem Sulcus orbitalis (Fig. 29, *b*); er gehört mit zum *H*-Sulcus der Orbitalfläche ohne in den orbitalen Rand einzuschneiden; weiter sich entwickelnd sehen wir den lateralen Schenkel der *H*-Furche in den Hemispherenrand einschneiden (Fig. 39) und endlich löst dieser Schenkel sich von der *H*-Furche los und wird zur selbstständigen *R*-Furche (Fig. 30, *e*; Fig. 42); dabei kann die Furche noch ganz kurz sein wie eine Kerbe im orbitolateralen Hemispherenrande (Fig. 41, *c*; Fig. 29, *b'*) oder zu einer längeren Furche auswachsen, deren hinteres Ende vom Lobus temporalis bedeckt wird und deren vorderes Ende wie bei den Hylobatiden weit auf die laterale Fläche hinübergreift und sich dem S. frontalis inferior nähert. Noch stärker entwickelt finden wir die Furche bei den Anthropoiden, wo sich (Chimpansee) das laterale oder vordere Ende stark nach hinten krümmt und fast den Sulcus praecentralis inferior berührt (Eberstaller Fig. 8, 9 [1])); auch beim Orang-oetan scheint der Hauptteil der Furche auf der lateralen Mantelfläche zu liegen (Vergl. die Figuren bei Bolk). So entfernt die Furche sich mehr und mehr von der orbitalen Fläche, jedenfalls vom Sulcus orbitalis und so sehen wir eine erst wirklich zu diesem Sulcus zu rechnende Furche rückwärts und aufwärts weichen und mit der Fissura cerebri lateralis (Sylvia) in Berührung treten und zwar durch die von mir bei Hylobatiden (unlängst wieder durch Sergi) und Anthropoiden (Bolk S. 53) constatierte Verbindung mit dem Ausläufer der Ringfurche der Affeninsel, dem Ramus anterior F. S. der Autoren.

[1]) Eberstaller: Das Stirnhirn. Ich vermute, dass diese Beziehung unseres Sulcus zum S. praec. inf. des Chimpansee Eberstaller auf den Gedanken brachte ihn mit dem Sulcus frontalis inferior des Menschen zu vergleichen.

Der Gedanke um den Sulcus fronto-orbitalis der Affen zu den Orbitalfurchen zu rechnen war also wohl begründet; es ist nur eine Orbitalfurche, welche viele Wandelungen erfährt, ein Zeugnis der aussergewöhnlichen Wachstumsenergie oder Grössenzunahme, welche diese Gehirnteile vergleichend-anatomisch betrachtet zeigen, was sich ja auch embryologisch dokumentieren lässt. Dabei hat es den Anschein, alsob dieser Process heute noch nicht stillsteht, da wir weiter unten sehen werden, dass auch der S. orbitalis longitudinalis des Menschen Neigung zeigt zur lateralen Fläche hinaufzusteigen. Nach dieser vergleichend-anatomischen Betrachtung können wir nun zu den Details an der Fissura cerebri lateralis der Javanen übergehen.

Wir erwähnen dann zunächst die Länge des Hauptteils der Fissur. Diese wurde vom R. ascendens anterior bis zur Spaltung in die beiden hinteren Zweige bestimmt und mit dem Cirkel gemessen.

	Links.	Rechts.		Links.	Rechts.
I	7 mm.		XIV	5.5 mm.	
II	—		XV	6.4 „	
III	6.5 mm.		XVI	5.5 „	
IV	6.5 „		XVII	5.1 „	
V	5.8 „		XVIII	6.5 „	
VI	5.8 „		XIX	5.1 „	
VII	5.7 „		XX	4.9 „	
VIII	5.2 „		XXI	4.6 „	
IX	6.5 „		XXII	5.2 „	
X	5.3 „		XXIII	5.2 „	
XI	4.4 „		XXIV	7.1 „	
XII	6 „		XXV	7.4 „	
XIII	4.9 „				

Wir erhalten demnach als Mittel 57.5 cm., wobei zu beachten ist, dass dieses Mittel nur für die linke Seite gilt; die Fissur der rechten Seite fanden alle Autoren kürzer. Dabei ist jedoch zu bemerken dass die Gehirne I, XV, XXV keine Endgabel zeigen; dadurch sind diese Masse wohl nicht mit den anderen zu vergleichen; ziehen wir diese ab, dann erhalten wir für links ein Mittel von 56 mm.

Vergleichen wir diese Mittel mit denen anderer Völker dann

wird eine Vergleichung dadurch erschwert, dass (wenn ich nicht irre) EBERSTALLER an frischem Material gemessen hat, vielleicht auch CUNNINGHAM, der das vordere Ende ausserdem in etwas anderer Weise bestimmte, während WEINBERG und WALDEYER [1]) wie ich wohl nur conserviertes gehärtetes Material untersuchten, wobei dann noch in der verschiedensten Weise gehärtet wurde.

	Oesterreicher EBERSTALLER.	Esten WEINBERG.	Neger WALDEYER.	Javanen.
Länge des Hauptteils, links	58.2	57.4	53.7	57.5 oder 56
Länge des Hauptteils, rechts	51.8	54.4	52.3	—

WALDEYER hat darauf aufmerksam gemacht, dass genannter Hauptteil bei Negern kürzer sei als bei Europäern; nun ist aber auch ihr ganzes Gehirn kleiner (wenigstens leichter). Jedenfalls würde grössere Kürze der Fissur den Neger nach EBERSTALLER's Auffassung höher stellen (S. 15), denn er nennt grössere Länge des Hauptstücks eine Rückfallsbildung. Zur Vergleichung diene noch folgende Tabelle.

	EBERSTALLER, links	EBERSTALLER, rechts	WEINBERG, links	WEINBERG, rechts	Javanen, links	Javanen, rechts
Länge von unter oder bis 50 mm	22	45	0	2	4	
Von 51—60 mm.	42	44	6	5	12	
Von 61—70 mm.	27	11	1	2	6	
Über 70 mm.	9	0.6			2	
Totaal.	100	100	7	9	24	

Der vordere Schenkel der Fissur zeigt manche Variationen. Meist gehen Ramus ascendens (Presylvian) und Ramus descendens (s. horizontalis s. Subsylvian) getrennt aus einer gemeinsamen Grube hervor (20 : 25); es ist dies die *Y*-oder *U*-form CUNNINGHAM's; zuweilen

[1]) WALDEIJER, Sitsungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1894.

ist diese Grube sehr breit (I, IV, X, XVI, XX, XXI, XXIII); seltner sind beide zu einer Furche, einem Hauptstamm vereinigt, welcher sich erst auf der lateralen Fläche in die beiden Zweige spaltet (V, XI, XVI), — *Y*-form von CUNNINGHAM —; noch seltener fehlt der Ramus descendens vollständig (II IV,) — *I*-form von CUNNINGHAM —. Der R. descendens kann auch sehr kurz sein und ventralwärts auf die Orbitalfläche verlagert (I, XX, XXIII); kurz ist er auch auf XII, XXV, lang und auf die orbitale Fläche verlagert auf XVII, XXI; letzteres sah CUNNINGHAM bei 12 von 80 Hemispheren.

	Javanen 25.	Irländer 80.	Schweden 100.	Oesterreicher.	Letten 50.	Esten 18.	Russen. [1]
U-form . .	20:25 80 %	37.5 %		45 %	32 %	44 %	
V-form . .					18 %	28 %	
Y-form . .	3:25 12 %	32 %		31 %	22 %	28 %	
I-form . . .	2:25 8 %	30 %	14 %	24 %	10 %		15 %
Drei Kurze Zweige. .			In seltenen Fällen.		8 %		

Der Ramus ascendens is dem Sulcus praecentralis inferior meist ungefähr parallel gerichtet; auf XV tritt der R. ascendens dem letztgenannten Sulcus so nahe, dass er in dessen vorderer Lippe verborgen liegt; man muss den S. praecentralis auseinander ziehen um den R. ascendens zu sehen; in anderen Fällen bildet der hintere Rand des S. praec. inf. ein Operculum, welches (XXI, XXV) den Sulcus diagonalis oder den zwischen ihm und R. ascendens gelegenen Gyrus bedeckt und bis an den R. ascendens heranreicht.

Meist sind R. ascendens und descendens nicht verzweigt; eine Ausnahme bildet VII, wo der R. descendens eine Endgabel zeigt; auf *VI* sieht man aus dem R. descendens, gleich nachdem er aus der Tiefe hervortritt, kurze Seitenzweige hervorgehen; XIII zeigt

[1] SERNOFF, Citat nach WEINBERG.

eine Endgabel, derer einer Arm weit aufwärts reicht, bis nahe am Sulcus frontalis inferior.

In anderen Fällen (XI, XV, XXIII, XXV) zeigt der R. ascendens eine Endgabel, welche auf XXV so stark ist, dass man den ventralen Zweig auch als R. descendens beschreiben könnte; wir hätten dann 3 Zweige, wie WEINBERG erwähnte.

Verbindungen mit anderen Furchen sind selten. Es kann der R. ascendens in den Sulcus frontalis inferior eintreten, ohnedass ein trennender Gyrus in der Tiefe zurückbleibt (VIII, VII); in solchen Fällen ist also die Pars opercularis vollständig von der Pars triangularis getrennt. Man beachte, dass hierdurch auf VII eine Furchencombination enstand (R. ascendens + Sulcus front. inf. + Querfurche des Gyrus front. medius), welche dem Sulcus praecentralis inferior trotz der vielen Krümmungen stets parallel bleibt, und so mit fast photographischer Treue den S. praec. inf. nachahmt; man könnte von einer Verdoppelung sprechen, wenn nicht der R. ascendens in diese Combination aufgenommen worden wäre; es ist dies ein Fall „paralleler Imitation", wie wir so häufig am Gehirn antreffen, worauf bereits in der Vorrede hingewiesen wurde. Man sieht, dass die Neigung zu solchen Bildungen so stark ist, dass sogar ganz ungleichartige Furchen sich (wie R. ascendens und S. praec. inf.) nachzuahmen streben, oder beide paralleler Richtung zustreben. Auf XIX schneidet der R. ascendens oberflächlich in den S. front. inf. ein. Zuweilen schneidet der S. front. inf., wenn er sich weit abwärts krümmt, oder auch der S. frontomarginalis ganz oberflächlich in den Ramus anterior der Fissura lateralis ein und zwar dort, wo des ersteren Zweige auseinander weichen (IX, XXIII).

Das caudale Ende der Fissura lateralis zeigt meist die beiden bekannten Endzweige (22 : 25): den R. posterior ascendens (*Episylvian*) und R. posterior descendens (*Hyposylvian*). Selten endet die Fissur caudalwärts einfach; so auf I und XXV, wo nur ein R. post. ascendens sichtbar ist, dessen Anfang sich nicht bestimmen lässt. Durch das Fehlen einer Knickung sind die Fissuren dieser Gehirne sehr affenähnlich und ist bemerkenswert, dass diese Anomalie sich an denselben Gehirnen zeigt wo der Gyrus parietooccipitalis (Erste Übergangswindung) zum Teil operculisiert ist, sodass man an eine Affenspalte erinnert wird; auf XXV ist diese Übergangswindung stark reduciert. Auf XV endet die Fissur mit einem Zweige, der etwa eine Mittelstellung zwischen R. post. asc. und R. post. desc. einnimmt; auch könnte man diesen Endzweig als R. post. desc. bezeichnen, weil dieser öfter horizontale Richtung zeigt. Vorhanden, aber sehr kurz zeigte sich der R. post. desc.

einmal (XII) und ganz seicht auf XXIII. Eine nicht verzweigte Fissur fand EBERSTALLER bei 7 %, RETZIUS 27 %[1]), WEINBERG bei Letten 2 %, Esten 2 : 18 oder 11 %, was ungefähr den 12 % der Javanen entspricht.

Wenn beide Endzweige vorhanden sind, dann bilden sie zuweilen einen rechten Winkel (3 : 25), selten einen spitzen (2 : 25), meist einen Winkel von 180° (10 : 25) oder auch einen Winkel der grösser ist als 90° (7 : 25); auf VIII sieht man einen doppelten R. post. desc., von denen der eine einen Winkel von 90°, der andere einen von 180° mit dem R. post. asc. bildet. Übrigens lässt sich der Winkel öfter nicht genau bestimmen; ich achtte auf die Hauptrichtung beider Zweige, nicht auf den Winkel an der Wurzel beider Zweige, der meist spitz ist; darum fand EBERSTALLER wohl häufiger einen Winkel von 90° und darunter, während er solche von 180° nicht erwähnt. Überigens ist jede Winkelmessung ebenso wie die Bestimmung der Längenmasse am Gehirn eine missliche Sache; Genauigkeit ist bei den vielen Krümmungen nicht zu erreichen.

Wenn die Zweige einen Winkel von 180° bilden oder doch grösser als 90°, dann wird der R. posterior nach abwärts geknickt sein; doch decken beide Begriffe sich nicht, denn da auch die Richtung des R. post. asc. eine verschiedene sein kann (von sagittal bis transversal), so können beide Zweige einen rechten Winkel bilden und trotzdem der R. posterior desc. abwärts geknickt sein (Vergl. XVI mit XX). Abwärts geknickt ist der R. post. desc. sechzehnmal, horizontal gerichtet sechsmal; wie bemerkt zeigt VIII beide Formen. Ersteres kam bei Esten elfmal vor, die zweite Form sechsmal unter 18 Hemispheren. Zersprengungen des R. ascendens, die WEINBERG bei Esten und Letten so häufig sah, zeigen vielleicht VI und XVI, obgleich ich sie auch hier nicht sicher als solche anweisen kann. Der R. post. asc. zeigt sehr verschiedene Längenentfaltung; sie wechselt zwischen 38—42 und 8—15 Millimeter; der Durchsschnitt beträgt 24,8 Millimeter; EBERSTALLER fand für Männer links 22 mm., rechts 24 mm. Hingegen ist der R. post. desc. überall kurz zu nennen; er kann in Temporalfurchen einschneiden (VI, XI, XX), wie bei diesen erwähnt werden wird.

Auf einigen Gehirnen (XII, XVI, XXIV) liegt vor dem R. post. asc. ein Zweig der Fissura cerebri lateralis, den man als eine Verdoppelung des R. post. asc. bezeichnen könnte. Das obere Ende des R. post. asc. ist häufig gegabelt (12 von 25).

---

[1]) l. c. S. 97; auf S. 160 nennt er aber 30 %.

Andere Seitenzweige der Fissura Sylvii werden öfter beobachtet; so liegen solche vor dem S. centralis. Dort bemerkt man häufig eine kurze Kerbe dorsalwärts und eine andere ventralwärts, die, wenn beide vorhanden sind, miteinander convergieren und sich unter nach vorne offenem spitzen Winkel in der Fissur treffen (I, II, VI, VIII, XI, XVIII, XIX, XXI, XXV). Der dorsale Zweig liegt im Gyrus praecentralis und ist der *Sulcus subcentralis anterior* (Transprecentral der Amerikaner) Leider ist es nicht leicht genau festzulegen, was die Autoren mit diesem Namen anzudeuten wünschen. Einige bezeichnen als S. subcentralis anterior eine meist kurze Furche, welche aus der Fissura lateralis hervortritt, in den Rand des Operculum einschneidet und in die laterale Fläche des Gyrus praecentralis eintritt (*N.*). Dabei wurde nicht genau unterschieden ob diese Furche aus der Ringfurche der Insel hervorgeht (wie der R. anterior der Fissura lateralis) oder diese nicht erreicht. Auch wird als S. subcentralis anterior bezeichnet eine kurze transversale im Gyrus praecentralis anterior gelegene Furche (N^1 oder N^2), der die Fissura lateralis entweder berührt aber nicht tief in diese einschneidet oder von ihr durch einen breiteren Gyrus getrennt ist. Beide Furchen wollen wir einstweilen als Sulcus subcentralis anterior inferior ($N + N^1 + N^2$) zusammenfassen und zwar je nachdem dieser Sulcus in die Ringfurche einschneidet, R. verus oder spurius unterscheiden. Nach WEINBERG soll der R. verus bei Esten nicht vorkommen.

Dabei ist zu beachten, dass oft verschiedene Kerben von der Ringfurche (S. circularis) hier aufwärts ziehen, sodass man mehrere Ss. subcentrales anteriores inferiores unterscheiden könnte. Auch kommt es vor, dass diese Kerbe die laterale Fläche nicht erreicht, also nicht in den Rand des Operculum eintritt; man sieht sie dann erst, wenn man die Lippen der Fissur auseinander zieht. Bestimmen wir nun die Frequenz der verschiedenen Formen an meiner Sammlung: Die letztgenannte Form, also wo der Sulcus in der Tiefe der Fissur verborgen bleibt, bildet die erste Gruppe; zu ihr gehören neun Hemispheren; achtmal lag ein Ramus verus (IV, VIII, XI, XV, XVII, XXII, XXIII, XXV), einmal ein Ramus spurius vor (XII). In drei von diesen Fällen (VIII, XII, XXV) lag dann gleich hinter diesem (dorsalwärts) noch ein zweiter S. subcentralis, welcher im Gegensatz zum vorigen ganz an der Oberfläche der Hemisphere lag, und auf VIII und XII (N^1) in den S. centralis eintrat, ventralwärts das Ufer der Fissura lateralis nur eben einkerbend. Hier berührte also der S. centralis die Fissura lateralis durch Vermittelung eines S. subcentralis. Zur zweiten Gruppe gehören dreizehn Hemis-

pheren; an diesen findet sich ein S. subcentralis, der aus der Fissura lateralis hervortritt und auch auf der lateralen Fläche des Gehirns als deutliche Furche *N* zu Tage tritt und zwar entweder als R. verus (I, II, III, XIV, XIX, XXI) oder als Ramus spurius (VI, IX, X, XVI, XVIII, XX, XXIV). Selten ist am unteren Rande des Gyrus praecentralis, der hier ja zum Operculum frontale gehört, überhaupt keine Furche zu finden (V, VII, XIII); auch bei Esten ist diese Form nach Weinberg selten (3 : 18); in diesen Fällen kann dann zuweilen eine freie Furche im Gyrus praecentralis liegen (N^2), welche die Fissura lateralis in keiner Weise berührt und auch nicht mit dem Sulcus centralis verbunden ist (V, VII); sie findet sich auch wohl gleichzeitig mit den Furchen *N* oder N^1 auf VIII, XVII, XXV. Die als *N* und N^1 bezeichnete Form der Furche kommt bekanntlich bei Affen und Anthropoiden vor und zwar mit den gleichen Varietäten, die oben genannt wurden; ob sie dabei in die Ringfurche der Insel einschneiden kann, darauf wurde meist nicht geachtet; Bolk behauptet, dass dies beim Orang-oetan niemals eintrete. Aber auch die mit N^2 bezeichnete Furche zeigt sich öfter bei Affen. Haben wir oben schon die drei Formen *N*, N^1, N^2 kennen lernen, so zeigen manche Gehirne noch eine vierte Form, welche weiter dorsalwärts zwischen S. centralis und S. praecentralis liegt, und die ich einstweilen als S. subcentralis anterior superior (N^3) bezeichnen möchte. Sie findet sich öfter (II, III, VI, XI, XII, XIII, XV, XVI, XVIII, XIX, XXI, XXIII); auf VI tritt sie scheinbar in den S. centralis ein, öfter jedoch in den S. praec. superior (XIII, XVIII); jede Grenze zwischen beiden Furchen kann dabei verschwinden (IX, XVI); die Furchen berühren einander fast auf XXIII. Es kann hierdurch der S. praecentralis superior bedeutend ventralwärts verlängert erscheinen, und haben wir einen neuen Fall von Verbindung ungleichartiger Furchen, die eine parallele Imitation des S. centralis anstreben. Wo N^3 fehlt beobachtet man zuweilen an derselben Stelle einen echten Zweig des S. centralis (I, VIII, XVII). Bei den Affen wurde diese Furche noch nicht beobachtet; bei den Anthropoiden begegnet man ihr zuweilen auf den Abbildungen verschiedener Autoren. Andere Forscher erwähnen noch eine Varietät des S. subcentralis anterior; er verbindet sich nämlich zuweilen mit dem S. praec. inferior und verlängert diesen bis in die Fissura lateralis; ich habe diese Varietät nicht beobachtet, wohl weil dieser Sulcus bei Javanen ohnedies meist tief in die Fissur hinabsteigt, welche Verlängerung sicher nicht einem S. subcentralis zu danken ist. Achtet man auch auf die Form N^3 und N^1, dann würde der S. subcentralis bei Javanen

niemals fehlen, wie auch WEINBERG für Letten angiebt, bei denen er zuweilen auch ganz in der Tiefe der Fissur liegt (10 : 50), welchen 20 % ich, je nachdem ich auf N^3 achte oder nicht, 3 : 25 oder 6 zu 25 entgegenzusetzen hätte; es ist mir unbekannt, ob WEINBERG die Form N^3 zum S. subcentralis rechnete.

Auch hinter dem S. centralis zeigt die Fissura lateralis häufig Seitenzweige, und zwar kann ganz wie vorn eine Kerbe in das parietale Operculum eine andere in das temporale Operculum einschneiden; beide finden sich an 14 der 25 Hemispheren. Die letztgenannte Kerbe ist aber immer schwach (ausser auf XXIII) und verdient weiter keine Beachtung (sieh Fig. XIII u. XV). Die in's parietale Operculum eintretende Kerbe verlängert sich häufig zu einem Sulcus. Es ist dies die *M*-Furche von KÜKENTHAL und ZIEHEN, der *Transpostcentral* der Amerikaner; zuweilen deckt er sich auch mit der Furche, welche EBERSTALLER als *S. retrocentralis transversus* andeutete, sonst verdient er den Namen *S. subcentralis posterior* zu tragen. Ich constatierte diesen Sulcus achtzehnmal, wenn ich VIII, wo er nur angedeutet ist nicht mitrechne. Oft ist er nur schwach (XII, XIII, XIV, XVI, XVIII, XIX, XXII, XXIV, XXV), in anderen Fällen ist er stark entwickelt (IV, V, VI, VII, X, XI, XV, XVII, XXIII) und reicht dann häufig aufwärts bis zum unteren Knie des S. centralis, oder nähert sich dem S. retrocentralis; auf VII war er in zwei Stücke zerlegt. Zuweilen kann er in den S. retrocentralis oberflächlich eintreten (V, XIX, XXII, XXV). Da an den Gehirnen, wo der S. subcentralis posterior zu fehlen scheint, der S. retrocentralis stets in die Fissura lateralis eintritt, so liegt der Schluss auf der Hand, dass in diesen Fällen erstgenannter Sulcus in den S. retrocentralis aufgenommen wurde; zieht man die combinierten Furchen auseinander, dann findet man auch stets in der Tiefe eine trennende Brücke (I, II, III, VIII, IX, XXI); es kann der S. retrocentralis demnach in gleicher Weise mit der Fissur verbunden sein wie der S. centralis, und wie von anderen Autoren für den S. praecentralis inferior angegeben wurde. Es fehlte der S. subcentralis posterior vollständig nur auf XX, wo der S. retrocentralis oberflächlich mit dem Ramus posterior ascendens der Fissur in Verbindung tritt.

Von diesem S. subcentralis posterior ist besonders hervorzuheben, dass er meistens in die Ringfurche der Insel einschneidet (14 von 24); in anderen Fällen erreicht er diese aber nicht, wenn er auch tief in die Fissur hineinzieht; es bleibt dann in der Tiefe noch ein trennender Gyrus (10 von 24). Zuweilen ist der S. subcentralis posterior verdoppelt oder, in anderer Weise ausgedrückt, zeigt die

Fissur zwischen S. centralis und R. posterior ascendens zwei dorsalwärts strebende Zweige (IV, V, VI, VII, IX, XII, XVIII, XXII, XXIV, XXV); auf XXII und XXV zeigt dann der hintere Zweig Verbindung mit dem S. retrocentralis; die hinteren Zweige von XXIV und XXV erreichen die Ringfurche der Insel nicht. Bei den Affen und Anthropoiden tritt diese Furche (*M*), die meist vorhanden ist, nur sehr selten und dann oberflächlich in die Fissur ein, und schneidet, so weit bisher bekannt wurde, niemals in die Ringfurche der Insel ein; es kennen die Innenwände der Affenfissur nicht die vielen aus der Tiefe hinaufsteigenden Furchen des Menschen.

Übrigens lassen sich auch am S. subcentralis posterior, wie an seinem vorderen Pendant zwei Gruppen unterscheiden; die eine steht (wie *N*, N^1) in irgend einer Beziehung zur grossen Fissur, die andere liegt (N^2 und N^3 ähnlich) dorsal von der Fissur im Gyrus retrocentralis und wird bei dem Sulcus gleichen Namens beschrieben werden. Wie erwähnt wird das ventrale Ende des S. retrocentralis häufig verlängert durch Verbindung mit dem S. subcentralis posterior (V, XIX, XXII, XXV; I, II, III, VIII, IX, XXI, XXII, XXV); es kann hierdurch der S. retrocentralis ein queres oder *T*-förmiges Ansatzstück erhalten, welches EBERSTALLER S. retrocentralis transversus nennt, aber es beruht nicht jedes *T*-förmige Ansatzstück des S. retrocentralis auf Verbindungen mit einem S. subcentralis posterior; denn, wie unser Gehirn X zeigt, kann dass *T*-förmige oder quere Endstück gleichzeitig mit einem freien wohlentwickelten S. subcentralis posterior vorkommen; es beruht die Bildung also zuweilen auch auf Zweigbildung am S. retrocentralis. Dass die Fissur, vor sie sich in die Endzweige spaltet, ausser *M* noch einen dorsalen Zweig zeigen kann, wurde bereits erwähnt; im Allgemeinen bin ich geneigt immer den vorderen dieser Zweige als *M* zu bezeichnen, aber in anderen Fällen, besonders wenn der hintere Zweig mit dem S. retrocentralis in Verbindung tritt, oder der vordere sehr schwach ist, wird man im Zweifel sein. Wir können nur hervorheben, dass sowohl *M* wie *N* eine Gruppe von Furchen andeutet, die alle zur Bildung von parallelen Imitationen des Sulcus centralis beitragen können. Selten tritt der S. retrocentralis in die Fissur ein ohne Bemittlung eines S. subcentralis posterior (XV).

Fassen wir nun die Verbindungen der Fissura cerebri lateralis mit anderen Furchen zusammen:

1°. mit dem S. centralis durch Vermittlung des S. subcentralis anterior (VIII, XII). Den 2 : 50 der Letten (4 %) und 1 : 18 der Esten (5.5 %), den 16 % der Schweden und 19 %

der Irländer hätte ich also 2 zu 25 entgegenzusetzen (8 %); nach Miclucho Maclay soll diese Verbindung bei Australiern häufig vorkommen; sie wurde bei Italienern nach Giacomini bei 6 % (21 : 336) beobachtet. Weiter kommt es bei Javanen häufiger vor, dass die untere Spitze des S. centralis den oberen Rand der Fissur berührt ohne einzuschneiden (II, III, XIII, XVIII), bei Letten nur 1 : 50, bei Esten nicht beobachtet. Verbindungen beider Furchen zeigt sich nach Eberstaller und Cunningham auch bei Anthropoiden; Sergi hingegen fand bei Hylobates Verbindungen zwischen S. subcentralis posterior und S. centralis [1]).

2°. Mit dem S. retrocentralis durch den S. subcentralis posterior (12 zu 25), ohne diesen nur auf XV.

3°. Mit dem S. interparietalis. Dies wurde bei Javanen nicht beobachtet, bei Esten 2 zu 18 (Weinberg).

4°. Mit der ersten Temporalfurche zeigen VI und XI Verbindungen und zwar ohne trennenden Tiefengyrus; Verbindungen, wo der Tiefengyrus erhalten bleibt, zeigen XVII, XX; sie wurden auch durch Eberstaller (W. M. B. S. 613) erwähnt. Verbindungen, wie sie sich bei Affen zeigen, wo der aufsteigende Endzweig der Fissur mit der ersten Temporalfurche zusammenfliesst durch Versenkung des Zwischengyrus, sah ich niemals; bei Javanen beruht die Verbindung stets auf dem R. posterior descendens, der senkrecht auf der ersten Temporalfurche steht; nur die Verbindung der Furchen auf XI erinnert einigermassen an die wohlbekannte Form der Affen.

5°. Der S. praecentralis inferior kann tief in das Operculum einschneiden und fast bis zur Ringfurche ziehen (VII, IX, XII, XX, XXI, XXIII, XXIV, XXV) oder nur eben den Rand spalten (IV, XIII, XIV, XV, XXI); zwischen ihr und Ringsulcus bleibt stets eine trennende Brücke.

Parker (l. c.) und Waldeyer (l. c.) haben die Fissura lateralis cerebri bei einer grösseren Anzahl Negergehirne untersucht. Parker behauptet, dass die Insula bei Negern durch auseinanderweichen der Ränder der Fissur zu Tage träte, Waldeyer fand dies nur in der Hälfte der von ihm beobachteten Fälle und Karplus sah es überhaupt nicht; ich fand es bei Javanen nur einmal; meist liegen wohl Kunstproducte vor. Übrigens ist diese Erscheinung auch kein Zeichen der Inferiorität, denn sie kann sich auch bei berühmten Männern zeigen [2]). Weiter soll die Fissur bei Negern (Parker) erst

[1]) Sergi, Monitor Zoologico Italiano. Anno XV, n°. 8, 1904, S. 277.

[2]) Spitzka, Medical record. New-York, 15 Juni 1901.

horizontal gerichtet sein und sich dann plötzlich fast rechtwinklig aufwärts beugen, was nach WALDEYER aber auch keine Regel ist; auch bei Negern zeigt sie häufig eine mehr-weniger schräge Richtung, wie sie auch andere Gehirne zeigen. In Bezug auf beide obengenannte Punkte ist das Gehirn der Javanen dem des Europäers durchaus ähnlich.

Die Furchen des mittleren Hirnteils.

Wenn ich diese Furchen zu einer Gruppe zusammenfasse und dadurch den Gyrus praecentralis vom Frontallappen lostrenne, dann liegt dabei nicht die Absicht vor zu einer älteren Auffassung zurückzukehren, welche (BISCHOFF, GRATIOLET) den Lobus frontalis nur bis zum S. praecentralis rechnete; ich möchte damit nur zum Ausdruck bringen, dass dieser mittlere Hirnteil (gerechnet vom S. praecentralis bis zum S. retrocentralis) insofern sich vom übrigen Gehirn unterscheidet, dass hier nur transversal gerichtete Furchen gefunden werden, deren Ausbildung meiner Meinung nach unter dem Einfluss derselben Kräfte, desselben mechanischen Geschehens stehen, die den S. centralis hervorriefen. Sowie dieser mittlere Gehirnteil breiter wird (Anthropoiden, Mensch) bilden sich diese parallelen Furchen stärker aus, oder, sofern sie bereits vorhanden aber noch nicht dem S. centralis parallel waren (S. retrocentralis bei Affen), richten sie sich mehr und mehr nach diesem; es verbinden sich dorsale und ventrale Furchenteile und es wird in diesem Sinne der S. centralis nach vorn oder hinten verdoppelt oder verdreifacht. Vorn kann ein einheitlicher S. praecentralis entstehen, oder auch ein doppelter, indem der S. praecentralis superior fast bis zur Fissura lateralis zwischen S. praecentralis inferior und S. centralis hinabzieht und der freie S. praecentralis inferior weit aufwärts zieht; hinten kann der S. retrocentralis den S. centralis scheinbar verdoppeln, oder auch durch Ausbildung starker Zweige des S. interparietalis scheinbar verdreifachen; viele kleinen Furchen wie der S. subcentralis, S. inflectus und andere wirken mit um solche parallelen Imitationen auszubilden. Man könnte diesen mittleren Gehirnteil auch als Gebiet des S. centralis bezeichnen.

Sulcus centralis.

Bei typischer Ausbildung dieser Furche zeigt sich ein deutlich hervortretendes oberes und unteres Knie, wodurch sich die Furche in einen oberen, mittleren und unteren Teil trennen lässt, welche

meist gleiche Länge zeigen. Diese drei Teile sind jeder für sich gebogen und zwar convex nasalwärts, während die beiden Kniee schwanzwärts geknickt sind; dadurch zeigen sich vorn drei convexe und zwei concave Krümmungen. Dieses Verhalten findet sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (19 von 25). Hat der Sulcus centralis diese für den Menschen typische Bildung, dann unterscheidet er sich sehr von dem der niederen Affen, auch der Hylobatiden, bei denen der mittlere Teil nicht ausgebildet oder doch nur angedeutet ist; jedenfalls fehlen die geknickten Kniee; es ist der S. centralis der Affen mehr einer wellig gebogenen Linie zu vergleichen. In wie verschiedener Weise diese nun auch gebogenen sei [1]), niemals zeigt sich der ventrale Teil wie beim Menschen nach vorn convex gebogen. Zwischen beiden nimmt der Orang-oetan eine Mittelstellung ein; meist zeigt er dem Menschen ähnliche Verhältnisse; der mittlere Teil kann stark nach vorn gebogen sein, die Kniee deutlich geknickt, und auch der ventrale Teil convex nach vorn gebogen; in anderen Fällen nähert sich die Krümmung des Sulcus der der niederen Affen.

Auch an den oben als typisch bezeichneten Centralfurchen zeigen sich nun noch manche grössere oder kleinere Abweichungen. So sind auf IX die Krümmungen so gering, dass der S. centralis mehr einer graden Linie sich nähert; auch auf V und VI sind die Kniee wenig markiert.

Meist stehen, wie bereits EBERSTALLER (S. 26) hervorhob, die Umbildungen des Sulcus unter dem Einfluss benachbarter Furchen, besonders von den von diesen ausgehenden Seitenzweigen. So kann der ventrale Teil stark verlängert erscheinen durch Verbindung mit dem S. subcentralis anterior (VIII, XII). Auf anderen Exemplaren leidet der mittlere Teil Einbusse zu Gunsten des dorsalen Teils; es ist dann das dorsale Knie ventralwärts verschoben (IV, V, XV, XVII, XX); auf XXII ist das ventrale Knie aufwärts verschoben, auf IV, XIV, XX ist der obere, dorsale Teil doppelt gekrümmt unter dem Einfluss eines Seitenzweiges des S. retrocentralis superior und erhalten wir so (auf IV und XIV) vier nach vorn convexe Krümmungen statt der drei Normalen. Es kann auch der dorsale Teil verkürzt sein durch Verschiebung des oberen Knies in dorsaler Richtung (VI, XXI); stark variieren kann besonders der mittlere Teil und zwar unter dem Einfluss eines kopfwärts gerichteten

[1]) Ich gab früher eine Abbildung von verschiedenen Variationen; weitere finden sich bei SERGI: Il solco di Rolando ed il lobo frontale nell' Hylobates syndactylus. Monitor Zoologico Italiano. Anno XV, n°. 8, 1904.

Zweiges des S. retrocentralis; wir sehen diese Umbildungen von XV und VIII zu VII, XVII, XXIV zunehmen.

Betrachten wir nun die atypischen Furchen, welche sich auf sechs Gehirnen (III, VII, X, XI, XIII, XVI) zeigen. Auf XVI fehlt das untere Knie; auf XIII ist es nur angedeutet und ferner der ventrale Teil nicht convex nach vorn, sondern convex nach hinten gebogen, also wie bei Affen, wodurch sich zwei vordere convexe und zwei vordere concave Krümmungen zeigen. Auf III, welches zwar beide Kniee hervortreten lässt, ist der ventrale Teil nochmals geknickt und erhalten wir so von vorn betrachtet drei convexe und drei concave Bögen. Auf X und XI ist der mittlere Teil statt nach vorn nach hinten convex und zeigt die Furche also auch nicht die bekannten Kniee. Noch einfacher ist die Furche auf VII, wo sie eine geschlängelte nach vorn convex gebogene Linie bildet; es fehlt eine deutliche Dreiteilung; dies ist eine seltene Ausnahme. Will man aber bei VII wohl Kniee annehmen, dann wäre der mittlere Teil als dreifach gebogen zu betrachten und hätten wir dann vorn fünf convexe und sechs concave Krümmungen. Vergleicht man diese Varietäten mit den Schemata, die ich früher (l. c. S. 214) für Affen gab, dann zeigt sich, dass die Variationen eigner Art sind, nicht etwa an den Affentypus erinnern, welche Formähnlichkeiten man ja so gerne als Atavismen bezeichnet; darum habe ich länger bei diesen Variationen stillgestanden.

Regel ist auch fur Javanen, dass der S. centralis in die Mantelkante einschneidet und auf die mediale Fläche tritt (18 von 25); auf anderen Gehirnen erreicht er nur den medialen Gehirnrand ohne einzuschneiden (IV, XVI, XXV) und bei einer dritten Gruppe erreicht er sogar den Rand nicht (XII, XVII, XVIII, XXI). Letzteres ist bekanntlich Regel bei den Affen; Ausnahmen sah ich nur an acht von hundertundsechs Affenhemispheren. Die Verteilung der Gehirne in obengenannte drei Gruppen ist bei allen bisher untersuchten Völkern ungefähr die gleiche.

	Javanen.	Schweden.	Irländer.	Esten.
1e Gruppe.....	72%	64%	60%	55%
2e Gruppe.....	12%	16%	21%	27.5%
3e Gruppe.....	16%	20%	19%	16.5%

EBERSTALLER bemerkte (S. 27): „Hervorgehoben zu werden verdient, dass in jenen Fällen, wo die Centralspalte die Innenfläche

nicht erreicht, meist auch die Subfrontalis (S. cinguli) es nicht bis auf die Aussenfläche bringt." Nun tritt ersteres an sieben meiner Hemispheren ein und letzteres auch an sieben; es sind aber nur dreimal dieselben Hemispheren; bestimmte Correlation ist hierauf nicht zu gründen.

Beim Einschneiden in den Mantelrand bildet der Sulcus oder dessen Verlängerung mit diesem Rand meist einen spitzen Winkel (17 von 25), seltner einen rechten (6 von 25) oder einen der doch fast 90° beträgt (2 von 25). Die Länge der Centralfurche wurde gemessen mit einem längs allen Krümmungen gelegten Faden; es wechselt die Länge von 93 Millimeter (VIII, XII, XXII) bis 125 (XXIV) oder 127 (XIII) Millimeter; der Durchschnitt betrug 108 Millimeter; WEINBERG giebt für die linke Hemisphere der Ersten 97.44 und PASSET (cit. EBERSTALLER) fand eine mittlere Länge von 113 Millimeter; da nun das Gehirn der Javanen nicht grösser ist als das der anderen Völker, so müsste man annehmen, dass der S. centralis bei ihnen stärker gekrümmt ist, wenn nicht die Schwellung der Gehirnmasse in Formol die Unterschiede erklärt; meine Gehirne kamen gar nicht in Berührung mit dem schrumpfenden Alcohol. Meist zeigen sich am S. centralis kurze Seitenzweige. An der nasalen Seite sieht man oft einen Seitenzweig, welcher von der Mitte des mittleren Teils ausgeht (14 : 25); dabei kann er verdoppelt sein (4 : 25); in zwei Fällen sah ich einen Seitenzweig an der oberen Grenze des mittleren Teils (XII, XVII, XXIV), in einem Fall an dessen unterer Grenze (XI) oder auch einen Ast, der vom unteren Teil des S. centralis ausgeht (V, XVII, XVIII). Fünf Gehirne zeigten an der nasalen Seite der Furche überhaupt keine Seitenzweige. An der caudalen Seite beobachtet man diese kurzen Seitenzweige entweder an der oberen Grenze des mittleren Drittels (6 : 25), oder an deren unterer Grenze (6 : 25) oder beide gleichzeitig (8 : 25). Seltner sind Zweige, die von der Mitte des mittleren Teils ausgehen; sie wurden nur an drei Hemispheren beobachtet, wovon einmal (VIII) doppelt; seltner sind kurze Zweige, die vom oberen Teil der Furche nahe am Mantelrande ausgehen (VI, VIII, XIV, XXI, XXII). Im Allgemeinen zeigen sich die Zweige am häufigsten an den Stellen der stärksten Krümmungen oder Knickungen. Diese Seitenzweige kommen bei Esten weit weniger häufig vor; bei den Letten scheinen sie eben so häufig wie bei Javanen zu sein; sie fehlten den Figuren nach nur bei 14% vollständig, bei Javanen 8% (I, XIII). Einige Autoren haben besonders auf die Tiefenwindungen geachtet; nun möchte ich hervorheben, dass man mit diesem Namen zwei verschiedene Bildungen bezeichnet hat: erstens den horizontalen Tiefen-

gyrus, die echte Schwelle, welche die Tiefe des Sulcus beeinträchtigt und dieser verdient meiner Meinung nach alle Beachtung; zweitens die Interdigitationen der begrenzenden Wälle, zahnradartige alternierende Wülste, welche meiner Auffassung nach einstweilen sehr geringen Wert haben; sie schränken wohl das Lumen der Furche ein, aber verringeren nicht deren Tiefe. Auch bestreite ich einstweilen (EBENSTALLER W. M. Bl. S. 482), dass diese Interdigitationen Vorläufer der eigentlichen Schwellen sind. Die Schwellen deuten eine Trennung an (meist embryonal begründet), die Interdigitationen hingegen sind meist abhängig van den mehr oder weniger starken Krümmungen der Furchen, denn sie treten am häufigsten an den Stellen stärkster Krümmung auf; allerdings sind sie nicht ausschliesslich an diese gebunden. Nun hat man behauptet, dass die Interdigitationen sich meist in dem oberen Teil des S. centralis zeigen, wo die Furche in seltenen Fällen eine vollständige Trennung oder Überbrückung zeigt [1]). RETZIUS hob aber schon hervor (S. 100), dass sich diese Querwindungen in der ganzen Länge der Furche zeigen können; dies möge die nachstehende Tabelle beweisen.

Es fanden sich Interdigitationen.

Am oberen Knie: I, XXIV.

Im ganzen mittleren Teil: II, IX, XII, XV, XXIII.

In der Mitte des mittleren Teils: III, IV, V, XI, XIX, XX, XXI.

In der oberen Hälfte des mittleren Teils: XIII, XIV.

Im ganzen oberen Teil bis zur Mitte des mittleren Teils: XVI.

Im ganzen mittleren und unteren Teil: VI, XVIII, XXV.

In allen drei Teilen: VII, VIII, XVII, XXII.

Sie fehlen: X.

Dies genügt wohl um die Variabilität dieser Bildungen zu zeigen; übrigens werde ich beim S. cinguli und der Fissura parieto-occipitalis darauf zurückkommen.

Zuweilen ist der Sulcus am ventralen Ende gegabelt (7 : 25), was auch bei Affen (Hylobates) vorkommen kann.

Die nachfolgenden Verbindungen wurden beobachtet:

1°. Mit der Fissura lateralis durch Vermittlung des S. centralis anterior (VIII, XII), bereits bei der Fissura lateralis erwähnt; es ist niemals eine ganz offene Verbindung.

2°. Verbindungen mit einem S. subcentralis posterior durch

---

[1]) Ach diese Überbrücking des S. centralis hat bereits ihre eigene Literatur; die neuste mir bekannt gewordene Arbeit ist die von WEINBERG: Die Interzentralbrücke der Carnivoren und der Sulcus Rolando. Anatomischer Anzeiger, Bd. XXII, n°. 13, 1902. Vergleich die bei S. inflectus citierte Arbeit von PAPILLAULT.

RETZIUS bei 7% constatiert, habe ich bei Javanen nicht gefunden; vielleicht beruht der starke Seitenzweig des S. centralis auf XXIII auf solch einer Verbindung.

3°. Mit dem S. praecentralis superior. Vollständiges Zusammenfliessen zeigt nur VII; auf anderen (XI, XII, XIV) bleibt in der Tiefe ein trennender Gyrus. Ersteres fand RETZIUS bei 18% (Javanen 4%), letzteres bei 3% (Javanen 16%) [1]; beide Formen kommen bei Letten (50%) überaus häufig vor.

4°. Mit dem S. praecentralis inferior auf X; doch ist die Vereinigung keine vollständige. RETZIUS sah vollständige Vereinigung bei 6% und oberflächliche bei 3% (Javanen 4%); auch diese Verbindung kommt bei Letten merkwürdig häufig vor 74% (37 : 50).

5°. Mit dem S. retrocentralis inferior auf VII durch einen Seitenzweig, aber es bleibt in der Tiefe eine trennende Brücke erhalten. RETZIUS fand vollständige Vereinigung bei 9%; bei Esten wies WEINBERG eine oberflächliche Verbindung bei 4 von 18 Gehirnen nach (22%). Verbindungen mit dem S. retrocentralis superior zeigten meine Gehirne nicht; RETZIUS fand sie bei 3%.

6°. Dass eine Nebenfurche (A^2) des Gyrus praecentralis in den S. centralis oberflächlich einschneiden kann, wurde bereits erwähnt. Auf 17 von 25 Hemispheren (68%) war die Centralfurche ganz frei von ihren Nachbarn; Schweden zeigen dies nur bei 50%.

Die so seltene Verdoppelung des S. centralis habe ich auch einmal beobachten können (XXI); ich werde diese Anomalie unter S. retrocentralis näher beschreiben.

Sulcus inflectus, s. S. praecentralis medialis (F).

Dieser und der S. praecentralis bilden meist die vordere Grenze des mittleren Gehirnteils vom Mantelrande bis zur Fissura lateralis; dabei überschreiten die Furchen häufig die genannten Grenzen, indem sie unten in die Fissur eintreten, oben in den Mantelrand einschneiden; es ist der S. inflectus sogar mehr eine Furche der medialen als der lateralen Fläche. Zu diesen transversalen Furchen wären auch noch die Ss. subcentrales anteriores zu rechnen, welche bereits bei der Fissura lateralis abgehandelt wurden. Von obenher betrachtet ist der erste dieser transversalen Furchen der S. inflectus, ein Name, der wie es scheint, durch LUSSANA zuerst benutzt wurde. Ich habe die einschlägige Literatur nicht studiert und es fussen die

[1]) Obiges nach RETZIUS, S. 98; nach S. 161 sollte man annehmen, dass er stets in der Tiefe einen trennenden Gyrus fand und dann ist es vielleicht richtiger alle Verbindungen zusammenzufassen und hätte ich den 21% des RETZIUS 20% entgegenzustellen.

nachfolgenden Betrachtungen auf der Arbeit von Ed. A. Spitzka [1]), welcher dieser Furche und ihrer Literatur eine besondere Studie widmete. Dieser gelangte kurz gefasst zu dem Resultat, dass von der medialen Fläche zwei constante Furchen zum medialen Gehirnrande aufsteigen, 1°. der S. inflectus, eine ganz freie Furche, welche nur in seltenen Fällen (1%) mit dem S. cinguli verbunden ist, und stets in den Mantelrand einschneidet; 2°. *the cephalic-paracentral limb* (Wilder), auch genannt *S. paracentralis* oder *S. praeparacentralis* (*L.*); dieser liegt weiter nasalwärts, ist fast immer mit dem S. cinguli (Paracentral) verbunden ($91\frac{1}{4}$ %) und schneidet niemals in den dorsoventralen Rand ein.

Besonders beachtenswert dabei ist, dass der S. inflectus unter 200 untersuchten Hemispheren vierzigmal fehlte, und daraus darf man schon schliessen, dass ihm nicht der gleiche Wert wie den anderen bekannten Furchen zugeschrieben werden darf; ich lege hierauf Nachdruck, weil diese Furche in den grossen Streit über die Homologisierung der Furchen bei Carnivoren und Primaten hineingezogen wurde und einige Autoren diese Furche mit dem S. cruciatus der Carnivoren haben vergleichen wollen [2]); schon Eberstaller widersprach dieser Auffassung und hob hervor, dass die Furche schon darum keine Bedeutung habe, weil sie den Affen fehle, was ich nur bestätigen kann [3]). Auch der „cephalic-paracentral limb" kann (6%) nach Spitzka fehlen; Weinberg vermisste ihn bei 14 % der Letten.

Besonders wird diese Furche aber zu einer ganz variabelen und so bedeutungslosen herabgedrückt durch die Thatsache, dass sie ihre Lage so sehr ändern kann, dass sie zuweilen caudalwärts vom S. praecentralis superior auftritt (Spitzka 7 %, auch nach Eberstaller S. 65), während sie sonst nasalwärts von dieser Furche (80 %) beobachtet wird; auch kann er in eine Gabel des S. praecentralis eingreifen (13 %). In seltenen Fällen schneidet der S. inflectus in den S. praecentralis superior ein. Fügt man dann noch hinzu, dass zwischen S. inflectus und S. centralis wechselend starke

---

[1]) Edw. A. Spitzka: The mesial relations of the inflected fissure. Proceedings of the association of american anatomists, 27—28 Dec. 1900. New-York; Medical Journal, January 5, 1901.

[2]) Vergleiche Spitzka l. c. S. 107, der Familiant, Flesch, Benedikt nennt.

[3]) Die neuste Arbeit über dieses Thema ist die von Papillault (Revue de l'école d'anthropologie, Juin 1903); seiner Auffassung nach wird der S. cruciatus nur durch mechanische Ursachen hervorgerufen und ist darum mit keiner der Primatenfurchen zu vergleichen; da ich (sieh Einleitung) für die radiären Furchen der medialen Fläche eine gleiche Herkunft annehme, so würde insofern der S. inflectus eine dem S. cruciatus analoge aber nicht homologe Bildung sein.

Nebenfurchen vorkommen können (Eberstaller S. 90), dann erkennt man, dass auch hierdurch allerlei Variationen entstehen können.

Betrachten wir nur diesen Sulcus bei unsern Javanen, dann zeigt sich folgendes. Es ist der S. inflectus stets vorhanden, oder genauer ausgedrückt: es lässt sich immer eine Furche nachweisen, die man als solche bezeichnen könnte; dabei liegt sie meist nasalwärts oder doch oberhalb des S. praec. sup.; Ausnahmen kommen öfter vor (VII, VIII, IX, XIII, XVII, XXII, XXIII, XXV), wo die Furche sich schwanzwärts von genanntem Sulcus zeigt und zwar dort, wo sich sonst allgemein eine meist schräge oder sagittale Nebenfurche nachweisen lässt. Es scheint also diese Nebenfurche zuweilen die Rolle eines S. inflectus zu übernehmen, ein Zustand wie er bei Hemisphere XV eingeleitet wird, indem die Nebenfurche transversal gerichtet ist und fast den Hirnrand erreicht, während nasalwärts vom S. praecentralis superior der eigentliche Sulcus inflectus liegt. Bei weiterer Entwicklung der Nebenfurche würden wir einen doppelten S. inflectus erhalten. Diesen Fall zeigen XIX und XXI; hier schneidet die Nebenfurche nahe am S. centralis in den Rand ein, während dicht neben dem „cephalic-paracentral limb" nasalwärts vom S. praecentralis eine andere freie aber kurze Furche in den Rand einschneidet. Beachtung verdient auch, dass dort, wo der S. inflectus caudalwärts vom S. praec. sup. liegt (VII, XIII), der „cephalic-paracentral limb" sich an der Stelle zeigen kann, wo sonst der S. inflectus liegt (vergleiche VIII mit XV) oder auch zwei Zweige des S. cinguli sich als „cephalic-paracentral limb" bezeichnen liessen (XXIII, XXV).

Selten beschränkt sich der S. inflectus auf die mediane Fläche (VIII, IX, XVII, XXII) oder schneidet kaum ein (XXIII); man könnte ihn an solchen Gehirnen auch als fehlend bezeichnen, wenn man das Einschneiden in den Rand als Haupteigenschaft auffassen will. An den Gehirnen XVII und IX könnte man übrigens auch die mit respective 14 bezeichneten Nebenfurchen mit dem Namen S. inflectus bezeichnen. Aber alle diese Deutungen haben etwas gezwungenes an sich, denn auf XIII ist die Nebenfurche entschieden zum S. inflectus geworden. Ich muss gestehen, dass wenn man in diesen verschiedenen Furchen anfängt zu deuten oder zu vergleichen, sich die verschiedensten Lösungen geben lassen, die alle schliesslich zu einem unverständlichen Gewirr führen. So zeigt Gehirn I zwei dorsalwärts strebende Zweige des S. cinguli; will man den hinteren als S. inflectus bezeichnen, dann streitet gegen die Eigenschaften dieser Furche 1°, dass es ein Zweig des S. cinguli ist, 2°, dass er nicht einschneidet. Bezeichnet man aber den vor-

deren Zweig als S. inflectus, den anderen als Nebenfurche, welche Deutung mir sympathischer wäre, dann fehlt der „cephalic-paracentral limb." Transversal gerichtete Nebenfurchen, die einen S. inflectus vortäuschen können, zeigen auch noch III, V, VI, XV und andere Hemispheren. Der S. inflectus ist mit dem S. cinguli verbunden auf I, II, XVII. Der S. inflectus schneidet tief in den S. praecentralis superior ein auf V und XI; RETZIUS fand diese Anomalie niemals. Complizierter kann die Zeichnung noch dadurch werden, dass auch ein oberer abgesprengter Teil des S. praecentralis superior in die Mantelkante einschneiden kann (V, VI, XX) oder auch dieser Sulcus selbst (XXIV). Der „cephalic-paracentral limb" ist in den meisten Fällen deutlich entwickelt (19 von 25); abnormal gebildet zeigt er sich auf IV, IX, XIII, und er fehlt auf I, V, XII; häufig könnte man weitere Seitenzweige des S. cinguli als Verdoppelungen des „cephalic-paracentral limb" bezeichnen. Nur in sehr seltenen Fällen erreicht die Furche die Mantelkante (II).

Wenn man meine Abbildungen der lateralen und medialen Fläche näher miteinander vergleichen will, dann zeigt sich, dass am ganzen Stirnhirn kleine Furchen in den medianen Hirnrand einschneiden können, Furchen, welche entweder frei sind oder als Zweige des S. cinguli bezeichnet werden können. Unter solchen Umständen scheint es mir nicht angebracht um auf eine bestimmte Furche zu achten, wie SPITZKA (und vor ihm viele anderen Autoren) es that, und deren Homologon auf anderen Gehirnen zu suchen. Ich möchte die hier vorliegenden Verhältnisse in folgender Weise zusammenfassen. Von der medianen Fläche strahlen oberhalb des S. cinguli eine Anzahl kurzer Furchen aus, welche teilweise in den Rand einschneiden und teilweise mit dem S. cinguli verbunden sind. Am stärksten ausgebildet finden sich diese Furchen am Lobus paracentralis und am Apex des Gehirns. Erstere finden sich entweder in diesem Lobus (stark entwickelte Nebenfurche, oder ein caudal vom S. praecentralis sup. gelegener S. inflectus) oder an dessen vorderer Grenze (der S. inflectus, zuweilen auch der „cephalic-paracentral limb"). Will man an diesen Furchen trotzdem einen als S. inflectus bezeichnen, dann empfiehlt es sich als solchen nur eine Furche anzuweisen, welche nasalwärts vom Sulcus praecentralis liegt; diese kann dann einschneiden, ein Zweig des S. cinguli sein, nicht einschneiden oder auch ganz fehlen oder weiter nach vorn verlagert sein. Da auch Affen solche radiären Strahlen zeigen, so könnte man mit nicht Beachtung der Lage zu anderen Furchen auch bei diesen mit einiger Phantasie einen S. inflectus nachweisen.

Sulcus praecentralis superior, Supercentral (*s*).

Dies ist eine der Hauptrichtung nach transversale Furche, welche zwischen dem Mantelrande und der Fissura lateralis liegt; in der Regel zeigt sie sich aber nur im oberen oder oberen und mittleren Teil dieses Raumes, selten im unteren; vom Mantelrande trennt sie meist ein breiter Gyrus und von der Fossa lateralis bleibt sie meist weit entfernt. In den Ausnahmefällen, wo die Furche dem medianen Rande nahe tritt oder diesen erreicht, ist meist ein dorsaler Teil von der Furche losgetrennt und reicht nur dieser so weit aufwärts. Meist ist die Furche ungefähr in ihrer Mitte mit dem S. frontalis superior verbunden. Bei Affen sehen wir diese Furche zuweilen ganz fehlen oder nur durch eine seichte Furche repräsentiert; bei anderen Formen hat sich eine transversale oder sagittale Furche ausgebildet; meist überwiegt die sagittale Richtung; andere Formen zeigen eine Furche mit einem transversalen und einem sagittalen Arm (S. front. sup.); bei Hylobatiden zeigt er bereits starke Entwicklung und zuweilen Verbindung mit einem starken S. front. sup. (Sergi, Fig. 3 rechts); bei den Anthropoiden ist die Furche stärker ausgebildet und der der Menschen ähnlich geworden.

Bei Javanen zeigt das dorsale Ende der Furche häufig eine Endgabel (I, VII, VIII, IX, XII, XIII, XVII, XX, XXI), die zum Teil sagittale Richtung zeigt. Die Gehirne II, III, XVIII, XXV zeigen über dem dorsalen Ende sagittale oder halbringförmige Nebenfurchen, welche vielleicht diese Endgabel vertreten; es ist dies der *S praecentralis marginalis* Cunningham's; auf XXIII ist die Furche besonders stark entwickelt und scheinbar mit dem *S. frontalis mesialis* Cunningham's verbunden (einer Nebenfurche des Gyrus frontalis superior); ähnliches zeigt XXII. Es entspricht diese Furche den compensatorischen Querfurchen von Retzius. Es fehlt die Endgabel sowohl wie die sie oben abschliessende Furche nur an 10 Hemispheren. Einen freien von der Furche abgespaltenen transversalen oberen Teil (schon durch Cunningham erwähnt) zeigen mehrere Gehirne (IV, V, VI, XI, XVI, XVII, XX); auch kann der beide Teile trennende Gyrus ganz in der Tiefe verschwinden (XXIV); solche Trennungen fänden sich also bei 8 von 25 Hemispheren oder 40 %; Retzius fand sie bei 34 % und Weinberg bei 7 von 18 Esten oder 38 %. Dieser abgetrennte Teil schneidet häufig in die Mantelkante ein (V, VI, XX, XXIV), aber auch wenn der obere Teil nicht losgelöst ist, kann der S. praecentralis superior dem Mantelrande nahetreten (XV, XIV, VIII). Eine seltene Ausnahme zeigt XIX, wo der Sulcus von dem Mantel-

rande abgedrängt wird, indem der S. frontalis superior über ihn hinwegstreicht und bis hart an den S. centralis tritt; auch EBERSTALLER und CUNNINGHAM erwähnen diese Varietät. Sie wird wohl eingeleitet durch Bildungen wie auf II, III, XVIII, XXII, XXIII, XXV, oben bereits erwähnt.

Ausser dem in ihn eintretenden S. frontalis superior finden sich häufig kürzere Seitenzweige; meist sind diese nach hinten gewendet (*Ramus sagittalis posterior* nach RETZIUS), wo sie sich dem oberen Bogen des S. centralis nähern ohne diesen zu erreichen; am stärksten ausgebildet finden sie sich auf XIII und XXIV. Niemals ist dieser hintere Seitenzweig so gestellt, dass eine reine Kreuzform der Praecentralfurche entsteht, wie CUNNINGHAM und RETZIUS beschrieben haben; übrigens zeigen sich Formen wo man zweifelt, ob man von einem hinteren Zweig oder von einer Endgabel reden soll (z. B. auf XXII). Das ventrale Ende des Sulcus kann frei auslaufen (12 von 25) oder mit einer Gabel enden (III, VII, XIII, X, XV, XVIII, XIX) oder in den S. praecentralis inferior eintreten (VIII, XXII, XXIV) oder in den Sulcus centralis (I, XII, XIV). Auf VIII, XXII, XXIV — oder 12 % — hätten wir demnach einen einheitlichen S. praecentralis, was nach CUNNINGHAM bei 9,3 % vorkommt; RETZIUS hingegen fand dies bei 23 %, hingegen WEINBERG bei Letten (1 : 50) und Esten (1 : 18) nur selten; bei Negern soll es häufig sein (WALDEYER) [1]). Aussergewöhnliche Ausdehnung zeigt der S. praec. sup. auf IX, wo er weit abwärts reicht; so auch auf XVIII, wo er fast die Fissura lateralis erreicht; doch ist in der Tiefe des unteren Teils eine trennende Brücke zu finden; es liegt hier und ebenfalls auf XIII eine Verbindung mit der oben erwähnten Nebenfurche des Gyrus praecentralis (N^3) vor; nur ist auf IX eine Grenze nicht mehr nachzuweisen.

Wie bereits erwähnt wurde, geht der Sulcus frontalis superior meist von dem Sulcus praecentralis superior aus (15 zu 25), doch bleibt in der Tiefe zuweilen eine trennende Brücke (XI, XIV, XVIII); auf anderen Gehirnen (I, III, VII, IX, XV, XIX, XXI) trennt beide ein breiter Zwischenraum, doch sind die Furchen auf XIX noch durch einen Querast verbunden; aber auch zwischen diesen liegt noch ein Tiefengyrus. Trennung der Furchen kommt also bei 40 % der Javanen vor, während Schweden dies nur bei 14 %, Letten bei 10 %, Esten bei 16.5 %, zeigen; nach EBERSTALLER und CUNNINGHAM ist es die Regel.

---

[1]) Bei Affen wurde diese Variation zum ersten Mal durch SERGI und zwar bei Hylobates nachgewiesen.

Mit dem S. centralis kann der S. praecentralis superior verbunden sein, entweder durch einen Seitenzweig (VII, XI) oder indem der S. praec. sup. im S. centralis endet (I, XII, XIV); in allen diesen Fällen ausser auf VII bleibt in der Tiefe die trennende Brücke erhalten. WEINBERG hat darauf hingewiesen, dass solch eine Verbindung oder doch Einschnürung des Gyrus praecentralis bei Letten überaus häufig vorkomme und zwar bei der Hälfte seiner untersuchten Fälle, was an anderen Hirnserien bisher nicht beobachtet worden sei. Nun vermute ich, dass WEINBERG als er diese Zeilen schrieb, beeinflusst wurde von dem Wunsch Rasseneigentümlichkeiten zu finden, denn wie konnte WEINBERG seine Gehirnserie mit anderen vergleichen? Mir ist keine andere bekannt, die sich an allen zur Untersuchung gelangten Exemplaren controlieren liesse ausser WEINBERG's eigner Serie. Wenn aber andere Autoren nicht auf diese Durchquerung des Gyrus praecentralis achteten, dann beweist dies noch durchaus nicht, dass sie an ihren Serien nicht vorhanden war. Ich habe WEINBERG's Tafeln durchmustert und habe den Eindruck bekommen, dass die Annährungen des S. praec. sup. oder dessen Ramus sagittalis an den S. centralis dort nur wenig häufiger sich zeige als bei Javanen. Einer ähnlichen, mehr zu Recht bestehenden Auffassung WEINBERG's werden wir beim S. praecentralis inferior begegnen.

Einen abgespaltenen ventralen Teil des S. praecentr. sup. habe ich nur einmal beobachtet (XVI), ist auch nach CUNNINGHAM (S. 257), RETZIUS (4 %) und WEINBERG (Esten 1 : 18) selten.

Ein S. praecentralis medius oder intermedius gelangte nur zweimal zur Beobachtung (XX, XXIII) und zwar beruhte die Bildung auf XX auf einer Abspaltung des oberen Endes ($q + q^2$) des S. praec. inferior; auf XXIII liegt eine mehr selbstständige Bildung vor, die mit dem R. posterior (q^2) des S. praec. inf. verbunden ist; ich möchte mich EBERSTALLER anschliessen, welcher (wie übrigens auch die meisten anderen Autoren) den S. praec. interm. zum S. praec. inf. rechnet. CUNNINGHAM kennt auch eine Förm, welche sich vom S. praec. superior loslöst oder doch in dessen direkter Verlängerung liegt (S. 259, Fig. 57); zu dieser wäre dann die oben bereits erwähnte Bildung auf XVI zu rechnen. Ich möchte diese Auffassung lieber nicht teilen; ein S. praec. intermedius füllt eine Lücke zwischen den beiden Praecentrales, die Form CUNNINGHAM's ist dem S. praec. inf. parallel und führt zur Verdoppelung; auch müsste dann jede Verlängerung des S. praec. sup. ventralwärts (wie auf XVIII, XIII, IX) als S. praec. med. bezeichnet werden, während sie meiner Meinung nach durch Verbindung mit einer

Nebenfurche hervorgerufen werden. WEINBERG sah den S. praec. intermedius häufiger, bei 4 von 18 Esten (22 %) und wie mir scheint bei 37 der 50 Lettenhemispheren (74 %); hingegen fand RETZIUS sie nur bei 4 % seiner Hemispheren (Javanen 8 %).

Verbindungen mit dem S. inflectus (von RETZIUS niemals beobachtet) wurden oben erwähnt.

Sulcus praecentralis inferior, Precentral (*q*).

Diese transversale Furche liegt im Raum zwischen Fissura lateralis und S. frontalis superior, zuweilen in eine von diesen oder in beide eintretend; stets liegt der S. praec. inf. kopfwärts vom S. praec.; nur auf XVII, XIX und XXIV ist der untere Teil des S. praec. sup. nach vorn abgewichen, sodass dieser in der Verlängerung des S. praec. inf. liegt. Meist zeigt der Sulcus die volle durch genannte Grenzen bestimmte Längenausdehnung (16 vom 25), wobei er dann verschiedene Krümmungen zeigt; in anderen seltneren Fällen ist die Furche gekürzt, in geringerem Grade auf XIV, XIX, XXI, XXIII, stärker auf XIII, wo wie auf XIX der dorsale Teil durch einen Seitenzweig der S. praec. sup. verdrängt wurde; noch kürzer zeigt sich die Furche auf VI und am kürzesten auf III. Die Verkürzung auf VI beruht wahrscheinlich auf Abspaltung des oberen Teils; auf III ist der obere Teil wie auf XIII durch den S. praec. sup. verdrängt; der untere Teil scheint sich in kleine Furchen aufgelöst zu haben. Auf XX ist der obere Teil abgelöst (S. praec. intermedius der Autoren) und auf XXII und XXIV ist die obere Grenze nicht zu bestimmen, da die Furche ganz mit dem S. praec. sup. zusammenfliesst.

Für diese Furche ist ganz besonders zu beachten, dass sie bei Javanen sehr von der Form abweicht, welche EBERSTALLER ihr zuschreibt. EBERSTALLER kennt zwei dorsale Endzweige; von dem einen gilt (S. 60): „Das obere Furchenende reicht vor dem S. praecentralis superior bis in die Nähe der oberen oder ersten sagittalen Stirnfurche empor, pflegt aber von dieser immer durch eine deutliche Brücke getrennt zu sein". Diese zeigen fast alle Javanen. Der andere Endarm wird in folgender Weise charakterisiert (S. 61): „Aus der unteren Präcentralfurche geht häufig ausser der unteren Stirnfurche ungefähr von derselben Stelle aus noch eine zweite Furche nach vorne ab. Während aber die untere Stirnfurche unter rechtem Winkel sie verlässt, zieht das Furchenstück, von dem ich jetzt reden will, schräg nach vorn und oben in die mittlere Stirnwindung hinein". EBERSTALLER bezeichnet dieses Furchenstück als Ramus anterior

und es soll sich durch besondere Tiefe auszeichnen. Dieser Ramus anterior fehlt den Javanen; ich konnte ihn nur viermal beobachten; er ist nach WEINBERG auch bei Letten und Esten selten. Hingegen zeigen die Javanen einen in den Gyrus praecentralis hineinziehenden R. posterior (q^2), den EBERSTALLER überhaupt nicht erwähnt. Vergleichen wir nun die Furche der Javanen mit der der Affen, dann sehen wir, dass jene sich in die gleichen Teile wie bei Affen zerlegen lässt. Wir unterschieden früher bei Affen einen transversalen aufsteigenden Teil q^1 und einen sich nasalwärts umbiegenden Teil q, weiter einen nach hinten gerichteten Seitenzweig q^2 und einen unteren sich der Fissura lateralis näherenden Hacken.

Stets ist bei Javanen der transversale Teil q' der Hauptteil, und wie nun bei den Affen der sagittale Teil q, der sich sonst um den S. frontalis inferior (Sulcus rectus oder S. principalis der Affen) nach vorn krümmen soll, zuweilen weniger entwickelt ist oder häufig dorsalwärts zur Mantelkante aufsteigt, so zeigt auch der Javane solche Variationen; bei diesem ist aber die Ausnahme bei Affen zur Regel geworden. Es steigt bei diesem der q-Teil stets aufwärts zum S. frontalis superior empor; niemals krümmt er sich um den S. frontalis inferior nach vorn wie bei Affen. Wohl kann er einen Zweig nach vorn abgeben, den *Ramus anterior* EBERSTALLER's, der in den Gyrus frontalis medius eintritt (IX, XI, XX, sehr kurz auf XXV), und dieser Zweig erinnerte dann an die sagittale Richtung von q bei Affen. Übrigens, wo bei Affen q zur Mantelkante aufsteigt, kann sich auch dieser R. horizontalis finden (l. c. Fig. 9, S. 197).

Der transversale Teil q' zeichnet sich auch durch grössere Tiefe als Hauptteil aus; kenntlich ist q' meist daran, dass der S. frontalis inf. ungefähr in die Mitte von q^1 eintritt, öfter aber auch an der Grenze zwischen q^1 und q oder q^2 (XVI, XVII, XIX, XXI, XXII, XXIV) in die Furche einschneidet. Gehirn III und XIX zeigen nur q^1, q fehlt; so auch XXII, wo q durch Nebenfurchen vertreten wird. Auf XVI ist q von q^1 durch einen Tiefengyrus, der auf XX oberflächlich wurde, getrennt; beide Anomalien, das Fehlen und Abgetrennt sein von q, fand CUNNINGHAM auch nur selten, je bei 8,5 %. Obengenannte Verbindung zwischen dem S. front. inf. und q^1 findet sich bei Javanen als Regel. Ausnahmen zeigen nur fünf Hemispheren, (IV, IX, X, XV, XXV), an denen eine trennende Tiefenwindung oder breitere Brücke zwischen beiden Furchen nachgewiesen werden kann, also ähnlich wie bei niederen Affen. Bei den Hylobatiden sind die beiden Furchen bekanntlich immer vollständig vereinigt; ich komme darauf beim S. frontalis inferior zurück.

Als unteren Hacken bezeichneten wir bei Affen den seichten der

Fissura lateralis sich nähernden Teil; beim Menschen zeigt er aber selten die Hacken- oder Kommaform; er ist eine seichte Fortzetzung von q^1, der meist dem Ramus ascendens der Fissura lateralis parallel ist. Er zeigt die hintere Grenze der Pars opercularis superior des Gyrus frontalis inferior an und zwar ist dieser Teil bei Javanen oft sehr schmal, weil der ventrale Teil des S. praec. inf. dem obengenannten Ramus ascendens Fissurae lateralis sehr nahe liegt (I, II, VI, XII, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXIV, XXV). Ganz von der Obenfläche verschwunden ist die Pars opercularis superior auf XV, wo dieser Gyrus in die Tiefe gedrängt wurde und der Ramus ascendens in der vorderen Umwandung des S. praec. inf. eingebettet liegt; sehr verschmälert ist die Pars opercularis superior auch auf VI, XXI, XXIV, wo zwischen Ramus ascendens Fissurae lateralis und S. praec. inf. zwar ein Sulcus diagonalis sich nachweisen lässt, aber der Gyrus zwischen S. diagonalis und S. praec. inf. in die Tiefe gedrängt wurde. Breit ist dieser Gyrus auf anderen Gehirnen (III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XVI, XXII, XXIII) und zwar wird er dann meist von einem S. diagonalis durchschnitten. Das Einsinken der Pars opercularis superior des Gyrus frontalis inferior hat auch RETZIUS als „nicht selten" oder „oft" erwähnt; auf den 50 Abbildungen von Lettengehirnen fand ich dies nur einmal (Gehirn 13 rechts); bei den Letten kommen auch die schmalen Formen der Pars opercularis superior selten vor.

Betrachten wir das ventrale Ende (unteren Hacken) näher, so ist zunächst erwähnenswert, dass es auf III ganz fehlt, was bei Irländern häufig vorkommen soll (CUNNINGHAM S. 247); auch bei Letten fehlt er den Figuren nach bei 30 % und unterscheidet dadurch ihr S. praec. inf. durch Kürze sich in solchen Fällen sehr von dem Mittel der Javanen. Auf X ist der untere Teil fast von q^1 losgelöst, da der an der Fissura lateralis erst tief einschneidende Teil seicht wird und dann wieder tiefer werdend in q^1 eintritt (vergl. WEINBERG Fig. 53). Sehr häufig tritt dieses ventrale Ende in den Rand der Fissura lateralis ein (IV, V, VII, IX, X, XII, XIII, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV), aber niemals schneidet er bis zur Ringfurche durch. Die hier erwähnten Verbindungen beruhen niemals auf Vermittlung anderer Furchen. Hingegen beruhen nach EBERSTALLER und CUNNINGHAM diese Verlängerungen bis in die Fissura lateralis auf Verbindungen mit einem S. diagonalis oder mit dem Sulcus subcentralis anterior. Verbindungen mit letzterem sah CUNNINGHAM bei 20%, RETZIUS bei 9%, WEINBERG bei Esten 11 % (2 : 18) und scheint auch bei Letten

(sieh WEINBERG's Atlas) sehr häufig zu sein. Ich sah keinen Fall von einer Vereinigung dieser Furchen. Verbindungen mit einem S. diagonalis hat CUNNINGHAM bei 22 % nachgewiesen, RETZIUS bei 38 %, WEINBERG für Letten bei 4 %; bei Italienern (GIACOMINI) scheint es Regel zu sein. Nur viermal sah ich (V, VI, VIII, X) den S. diagonalis bei Javanen mit dem S. praec. inf. in Berührung treten (16 %), aber eine offene Verbindung entstand dadurch nicht [1]); zweimal lag der S. diagonalis ganz in der vorderen Umwandung des S. praec. inf., aber schnitt nicht in die Tiefe ein; auch beruhte hierauf niemals die Verlängerung des S. praec. inf. ventralwärts, denn dieser schnitt auch noch selbstständig in die Fissura lateralis ein. Es liegen hier also bei Javanen etwas abweichende Verhältnisse vor durch das Fehlen von Verbindungen zwischen dem S. subcentralis anterior und dem S. praec. inf. Das bei Javanen so häufige direkte Einschneiden des S. praec. inf. in die Fissura lateralis ohne Vermittelung des S. subcentralis erwähnt RETZIUS für Schweden überhaupt nicht. WEINBERG fand bei Esten nur einen Fall (5.5 %); hingegen zeigte diese sich bei 32 % der Letten, wodurch diese sich den Javanen (52 %) nähern; bei Deutschen soll dies nach ECKER nur ausnahmsweise vorkommen, während CUNNINGHAM vom S. praec. inf. sagt „it never, of itself, elongates so as to cut its way into the fissure of Sylvius". Eine Endgabel zeigt der untere Teil sehr selten (XIV); zuweilen wird eine solche durch den S. diagonalis vorgetäuscht.

Das dorsale Ende von *q* zieht wie erwähnt, meist mit geringer Neigung nach vorn zum S. frontalis superior empor; er kann in dessen Rand oberflächlich eintreten (I, II, IX, XII), selten wirklich einschneiden (VII, XV), sodass jede trennende Brücke verschwindet, was ja auch bei Affen vorkommen kann. Meist läuft der Sulcus nach oben frei aus, seltner mit einer Gabel, welche auf I nur angedeutet, auf XI und IX stark entfaltet ist, sodass der vordere Arm sich in der Richtung des Apex krümmt und tief in den Gyrus frontalis medius einschneidet; auf XX ist dieser Zweig vorhanden aber losgetrennt. Diese Formen zeigen also den caudalen Teil eines S. frontalis medius, oder den Ramus anterior EBERSTALLER's. Bei Javanen eine Ausnahme, scheint dieser Zweig bei Oesterreichern (EBERSTALLER) regelmässig aufzutreten. Die meisten Autoren schlossen sich dann EBERSTALLER an und trotzdem scheint mir, dass sie dieser Form nicht so häufig begegneten, wie EBER-

[1]) Übrigens scheinen auch die anderen Autoren niemals eine offene Verbindung im Auge zu haben, sondern nur ein oberflächliches Zusammenfliessen.

STALLER. So hebt CUNNINGHAM erst hervor, dass der R. anterior sich häufig bei Irländern zeigt, lässt dann aber folgen (l. c. S. 253): „the condition of the sulcus, which I consider typical, although it is not the one which is most frequently met with, is seen in figure 53 page 248", und diese Figur zeigt einen Sulcus, der vollständig dem der Javanen entspricht (also mit fehlendem R. anterior). Warum CUNNINGHAM diese Form als „typical" bezeichnet ist mir leider unbekannt; vielleicht beruht dies auf Vergleichung mit Affengehirnen oder menschlichen Embryonen.

RETZIUS drückt sich hier nicht präcise aus. Jedenfalls deutet er mit seinem Ramus horizontalis nicht nur den R. anterior EBERSTALLER's an, sondern den ganzen oberen Teil des S. praec. inf. oder ganz q, und dann gilt von ihm: „seine Richtung ist jedoch selten horizontal, vielmehr nach oben-vorn ansteigend"; nun das gilt auch für Javanen. Auf dem Gehirnschema WEINBERG's kommt der R. anterior auch vor (S. 38) und zeichnet er ihn sogar in direkter Verlängerung oder Verbindung mit dem S. front. medius; leider folgt keine nähere Beschreibung; die Auffassung WEINBERG's ist aber entschieden unrichtig, denn nach genauer Vergleichung seiner Figuren fand ich folgendes: genau an der Hälfte seiner Hemispheren fehlt ein horizontal gerichteter R. anterior überhaupt; an den anderen fünfundzwanzig ist er 9-mal nur schwach und nur 16-mal stark zu einem S. front. medius mehr oder weniger verlängert; wenn sich hier also auch ein grosser Unterschied mit Javanen ergiebt, so wird doch die Auffassung EBERSTALLER's, wonach dieser Zweig Regel sein soll, nicht bestätigt.

Eine für Javanen seltene Variation zeigt X, wo der S. praecentralis inferior, den S. praec. superior fast verdrängend, sich stark nach hinten krümmt und oberflächlich in den S. centralis einschneidet; bei den Letten kommt dies häufiger vor.

Zu beachten wäre nun noch q^2, der bei Affen nach hinten oder aufwärts strebende Teil; er ist bei Javanen verkümmert wohl wegen der veränderten Richtung von q. Es ist dieser Seitenzweig beim Menschen immer nach hinten gerichtet und er kann ausnahmsweise stark entfaltet sein (XII); ziemlich stark sehen wir ihn auf VII, VIII, XI, XVII, XIX, XXIV, kurz auf I, IV, VI, IX, XIV, XV, XXII, XXIII, XXV, nur angedeutet auf II, X, XVIII, XX, XXI; er fehlt auf III, V, XIII, XVI; er fehlt ja auch den Affen öfter. Auf VIII, vielleicht auch auf XXII, vermittelt er die Verbindung mit dem S. praec. sup.; auf XXIII tritt er in den S. praec. intermedius ein, während dieser S. praec. interm. auf XX selbst einen starken R. posterior besitzt. Verbindungen mit dem S. centralis

wurden nicht beobachtet, doch kann der R. posterior dem S. centralis zuweilen sehr nahe treten (II, VII); auf X zieht das nach hinten umgebogene Ende von *q* fast der Centralfurche zu. WEINBERG erwähnt einen bogenförmigen oberen Teil des S. praec. inf., dessen einer Arm sich dem S. centralis nähert; es ist deutlich, dass er die Furchen *q* und q^2 zu solch einem Bogen zusammenfasst; über diesen bemerkt er dann: „Fragen wir aber nach dem Wesen der geschilderten Furchenfigur, so unterliegt es gar keinem Zweifel, dass der bogenförmige obere Teil nichts anderes vorstellt als den sogenannten Sulcus praecentralis medius, welcher bei den Lettengehirnen die ausgesprochene Neigung hat in der beschriebenen Weise sich mit dem Praecentralis inferior zu vereinigen." Nun bin auch ich der Meinung, dass, wie bereits EBERSTALLER angegeben hat, der S. praec. med. ein losgetrennter Teil des S. praec. inf. ist, dass ersterer also in der Regel in letzterem enthalten ist; aber dies ist keine Eigentümlichkeit des Lettengehirns, sondern so viel ich weiss aller Gehirne der verschiedensten Rassen, denn soweit wir bisher wissen bleibt der S. praec. med. stets Ausnahme. Hingegen hat WEINBERG ganz Recht, wenn er es als eine Eigentümlichkeit des Lettengehirns betrachtet, dass dessen S. praec. inf. und S. praec. interm. dem S. centralis häufig besonders nahe tritt, und also der Gyrus praecentralis von mehreren Querfurchen durchsetzt wird. Solches Durchqueren des Gyrus durch Zweige des S. praec. inf. fand ich bei Javanen nur in $^1/_8{}^{\text{tel}}$ der Fälle, für Letten kann (bei Vergleichung der Figuren) $^1/_4{}^{\text{tel}}$ aller Fällen diese Bildung zeigen.

Sulcus diagonalis, Diagonal (*A*).

Als solche bezeichnet EBERSTALLER die Furchen der Pars opercularis (oder basilaris) der unteren Stirnwindung, welche zwischen dem Ramus ascendens der Fissura lateralis und dem Sulcus praec. inf. liegen; sie treten fast immer in den Rand der Fissur ein oder in den Rand des R. ascendens, sodass sie als dessen Zweig erscheinen oder ihn doch berühren; niemals sah ich sie in die Tiefe der Fissur oder des R. ascendens durchdringen. Gleiche Eigentümlichkeiten zeigt die Furche auch auf anderen Rassengehirnen.

Auf I, III, IV ist die Furche etwas kopfwärts gekrümmt und erreicht fast den S. frontalis inferior (I, III) oder schneidet in diesen tief ein (IV); letztere bei Javanen seltene Varietät (4 %) wurde auch durch CUNNINGHAM und RETZIUS beschrieben und soll bei Europäern häufig vorkommen, nach RETZIUS bei 47 % der Schweden. Ich habe die Figuren von WEINBERG durchgesehen und

finde die Form der Figur IV bei 28 %, wenn auch bei 18 % in der Tiefe noch ein trennender Gyrus nachzuweisen ist. Zu dieser Gruppe können übrigens noch andere Furchen gebracht werden, wo der S. diagonalis auch geradeweg aufwärts zieht oder mit geringer Beugung nach vorn, aber den S. frontalis inferior nicht erreicht; dazu lassen sich 16 % der Letten rechnen und 32 % der Javanen, und zwar: Gehirn VI, wo der Gyrus zwischen R. ascendens der Fissur und S. diagonalis und der Gyrus zwischen letztgenannten Salcus und S. praec. inf. + S. front. inf. in die Tiefe gedrängt wurde, sodass der S. diagonalis am ventralen Ende mit dem R. ascendens am dorsalen Ende mit den beiden anderen genannten Furchen zusammenzufliessen scheint; in der Tiefe sieht man aber deutlich die trennenden Brücken. Auf XVI scheint der R. ascendens einen Zweig zu besitzen, welcher aber nicht tief in dessen Rand einschneidet und sich dorsalwärts stark nach vorn krümmt während ein ähnlicher Scheinzweig bei XVII gerade aufwärts zieht bis nahe an den S. front. inf.; ähnlich ist XX. Auf XXIV zeigt sich ein sehr starker S. diagonalis, der hier als Seitenzweig des R. ascendens geraden Weges aufwärts zieht und den S. front. inf. verdrängt, denn ich möchte die abnormale Bildung dieser Furche dem S. diagonalis zuschreiben. Auf X sehen wir einen mit dem R. ascendens verbundenen S. diagonalis; sein ventrales Ende ist sehr seicht; dorsalwärts wird er tiefer und endet mit einer Gabel, von der der eine Arm in den S. praec. inf. eintritt, während der andere fast den S. front. inf. berührt. Hier haben wir neben dem aufsteigenden also auch einen nach hinten gerichteten Zweig und so bildet dieses Gehirn einen Übergang zur zweiten Gruppe, wo der S. diagonalis caudalwärts gerichtet ist und zu dem S. praec. inf. in Beziehung tritt.

Die erste oben beschriebene Gruppe der zum S. front. inf. ziehenden oder in ihn tief einschneidenden Sulci diagonales umfasst 9 Gehirne (36 %), bei Letten 22 Gehirne (44 %), bei Schweden wenigsten 47 %, denn Retzius nennt nur die in den S. front. inf. einschneidenden Formen. Durch diese wird bei Letten und Schweden, wo der untere Teil des S. praec. inf. häufig fehlt, der Gedanke wachgerufen, alsob der S. diagonalis den S. praec. inf. ergänzt, und hätten wir vielleicht bei Affen den S. diagonalis zum Teil in dem unteren Hacken des S. praec. inf. zu suchen. Übrigens muss ich erwähnen, dass Sergi vor dem S. praec. inf. bei Hylobatiden eine kleine Furche fand (β), welche an den S. diagonalis erinneren könnte, wenn nicht bei Affen ein Teil der Insula frei läge, sodass Vergleichungen hier nicht erlaubt sind.

Zur zweiten Gruppe, wo der S. diagonalis sich nach hintem zum Sulcus praec. inf. wendet, gehören andere sieben Gehirne. Auch RETZIUS hat diese Form beobachtet, denn er sagt, dass der S. diagonalis oft eine Neigung von unten-vorn nach oben-hinten zeige; auch kann sie mit der Praecentralfurche communicieren; dazu gehören die meisten der von RETZIUS (S. 102) erwähnten 38 %, bei Letten fand ich nur 6 % (4 % schneiden in den S. praec. inf. ein), bei Italienern (GIACOMINI) scheint sie sehr häufig vorzukommen. Bei den Javanen zeigt er sich wie folgt: auf V, VIII, XI sieht man eine kurze, seichte Furche, welche schräg vom R. ascendens zum S. praec. inf. zieht und diesen entweder berührt oder oberflächlich in ihn einschneidet. Auf XIV und XXII sehen wir nur einen ganz kurzen Seitenzweig des R. ascendens, der in der Richtung des S. praec. inf. zieht. Auf XXI und XXIII liegt der Diagonalis in der Tiefe, eingebettet in den vorderen Rand des S. praec. inf.

Es fehlte die Furche bei 36 % der Javanen, bei 50 % der Letten [1]); öfter fehlt auch, wie oben bemerkt wurde, der Raum zu ihrer Entwicklung.

Die scheinbare Verdoppelung des S. praec. inf. auf VII wurde oben bereits erwähnt; sie beruht nicht auf der Bildung eines Sulcus diagonalis. Bei Affen und Anthroproiden fehlt die Furche, denn sie ist an die Existens eines R. ascendens der Fissura lateralis verknüpft, welcher diesen fehlt.

Sulcus retrocentralis, Postcentral + Subcentral (*O*).

Eine Vergleichung des S. retrocentralis der Affen mit dem des Menschen kann hier vermieden werden, weil CUNNINGHAM über diese Furchen solch eigehende Studien veröffentlichte und ausserdem die Homologisierung keine Schwierigkeiten bereitet und nicht zu Controversen führte. Hauptsache ist, dass der S. retrocentralis bei Affen vollständig mit dem S. interparietalis vereinigt ist, warum er bei diesen denn auch meist nicht als gesonderte Furche beschrieben wird, während er sich beim Menschen vom S. interparietalis loszulösen sucht. Vergleichend-anatomisch ist es denn auch in keiner Weise begründet um den S. retrocentralis vom S. interparietalis zu trennen; doch geschieht dies meist in der menschlichen Anatomie; ich habe sie in der vorliegenden Arbeit noch mehr als sonst Sitte ist, voneinander getrennt, weil ich alle transversalen Furchen der mittleren Hirnteile bei der Betrachtung zu vereinigen wünschte.

[1]) WEINBERG giebt nur 46 % an; wir deuten die Furchen nicht immer in gleicher Weise; ich habe, wie oben bemerkt, die Procentzahlen aus dem Atlas berechnet.

Weiter beachte man, dass diejenigen Affen, die eine complete Affenspalte zeigen, meist nur einen schrägen nach oben gerichteten Sulcus besitzen, dessen horizontaler Teil (S. interparietalis des Menschen) vollständig zu fehlen scheint; dieser bildet sich aus durch das Oberflächlich-werden der ersten Übergangswindung [1]). Beim Menschen hat sich der vordere Teil dieser Furche mehr und mehr dem S. centralis parallel gerichtet, und ist dadurch vom horizontalen Teil scharf getrennt, der sich ausserdem weit über die erste Übergangswindung hinaus nach vorn verlängert und so zu einer der Mantelkante parallelen Furche wurde, wodurch caudalwärts Formen entstehen, die an den S. frontalis superior des Stirnhirns erinneren. Wenn der S. interparietalis senkrecht auf dem S. retrocentralis steht (Gehirn I), dann haben wir insofern eine typisch menschliche Form, dass diese sich am weitesten von dem der Affen entfernt. Schneidet der S. interparietalis schräg in den S. retrocentralis ein und erscheint dieser mehr als ein Anhängsel oder eine Verlängerung des S. interparietalis, dann haben wir eine an Affen erinnerende Form (Gehirn XII, XIII, XVI).

Noch weiter von den Affen entfernen sich die Formen, wo der S. retrocentralis sich vollständig vom S. interparietalis losgelöst hat und ein Verdoppelung des S. centralis bildet (XXI); solche Formen könnte man also als progressieve Anomalien bezeichnen, ohnedass ich damit diesem Worte eine tiefere evolutionistische Bedeutung geben möchte.

Betrachten wir nun den Sulcus retrocentralis, so können wir an diesem einen oberen und einen unteren Teil unterscheiden (*S. retrocentralis superior* und *inferior*) und nach EBERSTALLER noch einen *Sulcus retrocentralis transversus*. Letztgenannten Sulcus werde ich hier nicht gesondert betrachten [2]), weil er bei Javanen nur selten vorkommt, während er bei Europäern auch nach WEINBERG meist vorhanden zu sein scheint. Übrigens ist dies keine Rasseneigentümlichkeit der Javanen allein, denn er fehlt meist auch den Eskimos (SPITZKA). Übrigens ist, vergleichend-anatomisch betrachtet, nur der S. retroc. superior eine selbstständige Furche, die aber schon bei Affen — besonders Hylobatiden — mit dem S. interparietalis zusammenfliessen kann; wir werden weiter unten sehen, dass auch beim Menschen der S. retroc. superior öfter frei ist, nicht verbunden mit der S. interparietalis als der S. retroc. inferior. Die Vereinigungsstelle genannter drei Furchen liegt bei Javanen fast immer in der

[1]) Aber doch nicht allein hierdurch, vergleiche „Variationen" l. c. S. 222.

[2]) Sieh oben unter Fissura lateralis die Beschreibung des S. subcentralis posterior.

Höhe der Mitte des mittleren Bogens des S. centralis; zuweilen ist die Vereinigungsstelle auch aufwärts verschoben bis zur Höhe des oberen Knies des S. centralis. An den Gehirnen, wo die drei Furchen zusammenfliessen, kann die Vereinigungstelle des S. retroc. sup. mit dem S. retroc. inf. tiefer (mehr ventralwärts) liegen als die Vereinigung des S. retroc. inf. mit dem S. interparietalis (z. B. XVI, XVII); auf einer kurzen Strecke ist der S. retrocentralis dann verdoppelt.

Der *S. retrocentralis superior* ist eine transversale zur Mantelkante aufsteigende Furche, deren dorsales Ende mit einer Gabel das laterale Ende das S. cinguli umfasst (Ausnahme auf XVII). Der vordere Arm der Gabel convergiert mit dem S. centralis, ohne je in diesen einzutreten; selten ist er dem S. centralis parallel. (VI, XIV). Es durchschneidet dieser Zweig also den Gyrus retrocentralis ganz wie ein Zweig des S. praecentralis superior den Gyrus praecentralis. An dieser Endgabel beobachten wir die folgenden Variationen:

Hinterer Gabelarm nur angedeutet (I).

Hinterer Gabelarm sehr stark mit sagittaler Richtung ähnlich der *W*-Furche der Affen (III, VII, IX, XIX, XXIV), der sie meiner Meinung nach entsprechen dürfte (Vergleiche die Abbildungen Sergi's für Hylobates).

Hinterer Gabelarm ist stark, schneidet in die Mantelkante ein und tritt auf die mediane Fläche (V, XIII, XVI, XXII, XXIII, XXV).

Hinterer Gabelarm von der Furche getrennt (XIV).

Vorderer Gabelarm auf die mediane Fläche tretend (VII). Ist dies bei Javanen also eine Seltenheit, so wurde es doch bei Hylobatiden häufig beobachtet (Sergi. Zuckerkandl I).

Vorderer Gabelarm sehr schwach (IX, XII, XV, XXIII, XXV). Die Bildung der Endgabel tritt erst ganz am Rande des Pallium ein (VIII).

Der vordere Zweig schneidet in den Mantelrand ein auf XII und XXI; der hintere ist hier kaum entwickelt.

Die Endgabel ist von der Furche losgelöst (XVI, XXIV).

Nach Weinberg soll einer der Arme bei Letten häufig fehlen; ich habe dies nicht beobachtet, aber vielleicht rechnet Weinberg die sehr reducierten Gabelarme, die bei Javanen ja öfter vorkommen, nicht mit.

Ganz abnormal war das dorsale Ende der Furche auf XVII; hier erreicht der S. cinguli die laterale Fläche nicht; eine andere kurze selbstständige Furche der medialen Fläche greift hier aber

auf die laterale Fläche hinüber und verzweigt sich dort; dadurch wird die Endgabel des S. retrocentralis superior ganz zum S. centralis gedrängt und es umfassen die Arme keine andere Furche. Bekanntlich zeigt der S. retroc. sup. der Affen keine Endgabel; das obere Ende ihres Sulcus, welches bei Hylobatiden auch einschneiden kann (SERGI), entspricht dem vorderen Gabelast des Menschen, da es immer frontal vom einschneidenden Teil des S. cinguli liegt. In seltenen Fällen nur wird eine Verzweigung des S. retroc. sup. beobachtet.

Das ventrale Ende des S. retrocentralis superior endet entweder frei oberhalb des S. interparietalis (II, XII, XIV, XVIII, XXII, XXIII) oder tritt in den S. interparietalis ein (I, VI, IX, XV, XIX, XX, XXIV), wobei ein Tiefengyrus zwischen beiden erhalten bleiben kann (I, VI, XXIV). Auf anderen Gehirnen vereinigt die Furche sich nicht mit dem S. interparietalis oder dessen Verbindungsstelle mit dem S. retroc. inf., sondern mit dem S. retrocentralis inf. direkt (III, IV, VII, VIII, XI, XVI, XVII, XXV), aber auch hier kann eine Brücke zwischen beiden erhalten bleiben (XVI, XVII). Auf X ist die Furche in zwei Teile gespalten; der obere endet frei, der untere und vordere tritt in den S. retroc. inferior. Auf V und XIII, ist die Furche verdoppelt; die eine, welche die Gabel trägt endet ventralwärts frei, die andere geht aus dem Vereinigungspunkt des S. retroc. inferior und S. interparietalis hervor und convergiert mit dem S. centralis; letztere ist auf XIII nur schwach. Übrigens könnte man die Bildungen auf V und VIII, wie die auf X, als Spaltungen bezeichnen (ähnliches zeigen XXIII und XXV; auch RETZIUS sah solche Formen). Es erinneren solche Bilder an diejenigen Affen, wo ein Spitzenfortsatz (l^1) des S. interparietalis (l) dem S. postcentralis (o) zustrebt. Fassen wir alles zusammen, so finden wir bei Beachtung der Tiefengyri nur auf elf von 25 Hemispheren eine Furche, welche mit keiner der beiden anderen vereinigt ist (44 %). RETZIUS fand dies nur bei 24 %, CUNNINGHAM bei 25.4 % der Engländer; inwieweit diese Autoren bei diesen und anderen Procentsätzen auch auf die tiefen Brücken achteten, kann ich leider nicht angeben. An vierzehn der 25 Hemispheren (56 %) hängen der S. retrocentralis superior und inferior, sei es durch Vermittlung des S. interparietalis, zusammen. Die Sehweden zeigen dies bei 76 %, die Iren bei 74.6 %, die Letten bei 70 % (35 : 50) und die Esten bei 50 % (9 : 18). Oft zeigt der S. retrocentralis superior noch kleine Seitenzweige nach vorn oder hinten; sie fehlten nur an neun Hemispheren.

Der *S. retrocentralis inferior* ist entweder ein grader oder ein

schräg aufsteigender Sulcus, dessen oberes sowohl wie unteres Ende nach hinten gekrümmt sein kann. Das obere Ende vereinigt sich entweder vollständig mit dem S. interparietalis (I, II, V, VI, VII, IX, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XXII, XXIV) oder die Verbindung ist nur eine oberflächliche und es bleibt in der Tiefe ein trennender Gyrus (III, IV, X, XIX, XX, XXIII) oder es liegt zwischen beiden eine breitere Brücke (VIII, XI, XXI, XXV); er kann sich, wie erwähnt, auch mit dem S. retroc. superior vereinigen (III, IV, VIII, X, XI, XXI, XXV); auf VII fliessen die drei Furchen an einem Punkt zusammen. Einen vollständig freien S. retrocentralis, nämlich einen solchen, wo S. retroc. sup. und inf. direkt ineinander übergehen ohne Verbindung mit dem S. interparietalis, zeigen demnach sieben Hemispheren (III, IV, VIII, X, XI, XXI, XXV); es entsteht dann eine lange Furche, welche eine Verdoppelung des S. centralis (XXI) vortäuschen kann. Den 28% der Javanen hätten wir 17% der Schweden, 11.1% der Irländer und 50% der Esten entgegenzusetzen; hingegen soll dieser freie S. retrocentralis nach WEINBERG [1]) bei Letten, Esten, Polen sehr selten vorkommen. CUNNINGHAM hat an der dreiteiligen Furche (S. retrocentralis + S. interparietalis) mehrere Gruppen unterschieden je nach der Vereinigung der Teile; dabei achtete er aber meist nicht auf die Tiefenwindungen, doch lassen sich diese zum Teil in seiner älteren [2]) Beschreibung finden; darum werde ich erst CUNNINGHAM's eigene Zahlen geben und dann die von mir (mit Beachtung der Tiefengyri) berechneten Zahlen.

S. retrocentralis und S. interparietalis.	CUNNINGHAM. 63 erwachsene Irländer.	CUNNINGHAM. 8 Neger.	CUNNINGHAM nach Correktur. 61 erwachsene.	25 Javanen 25 H.	RETZIUS. 100 Schweden.
Alle drei Teile voneinander getrennt	6.3%	12.5%	16.4%	4%	9(13)%
Nur der Sulcus retrocentralis superior frei	19.1%	25%	11.5%	40%	11%
Nur der S. interparietalis frei	11.1%	25%	21.3%	28%	17%
Alle drei Furchen miteinander verbunden	60.3%	37.5%	47.5%	20%	55%
Nur der Sulcus retrocentralis inferior frei	3.2%	—	3.3%	8%	4%

[1]) WEINBERG, Comptes rendus, XII Congr. Internat. med. Moscou 1897, V. 2, 1899, S. 69—76.

[2]) Journal of anatomy and physiology, Vol. XXIV, S. 135.

Die Gruppe, wo nur der S. interparietalis losgetrennt ist und die, wo alle drei Teile vereinigt sind, hat CUNNINGHAM wieder in eine Gruppe vereinigt, die des ununterbrochenen S. retrocentralis; dieser findet sich dann bei 72 % oder nach Correctur (sieh oben) bei 69 %, und auch bei 72 % der Schweden, denen ich für Javanen nur 48 % entgegenzusetzen hätte. RETZIUS kennt ausser den obenangeführten fünf Gruppen noch eine sechste, wo der S. interparietalis mit einem S. retrocentralis intermedius zusammenhängt, der S. retr. sup. und inferior aber losgetrennt bleiben; RETZIUS fand dies bei 4 %, welche Fälle am besten zur ersten Gruppe getrennter Furchen gerechnet werden (sieh Tabelle oben).

Das ventrale Ende des S. retrocentralis inferior kann oberflächlich in den oberen Rand der Fissura lateralis einschneiden (XV, XXV) oder auch in den aufsteigenden Ast der Fissura Sylvii (XX); schneidet er tiefer ein dann beruht dies auf einer Vereinigung mit dem S. subcentralis posterior (I, II, III, V, VIII, IX, XXII); die Vereinigung zeigt aber immer noch in der Tiefe einen trennenden Gyrus zwischen beiden Furchen. Fand ich dies bei 28 %, so erwähnt RETZIUS 40 % und WEINBERG für Esten 27.5 %, während es bei Letten selten vorkommen soll. Nun nennen die Autoren nicht die erstgenannte Form der Vereinigung mit der Fissura lateralis; zähle ich für Javanen beide Formen zusammen, dann würde ich (ausser XX) 36 % erhalten, welche Zahl sich der von RETZIUS gefundenen nähert. An den anderen 15 Hemispheren bleibt stets ein mehr oder weniger breiter Zwischenraum zwischen den beiden Furchen. Es wäre über das ventrale Ende des S. retroc. inf. noch folgendes zu bemerken. Auf IV ist das ventrale Ende nach hinten abgelenkt; zwischen ihm und dem S. centralis liegt ein breiter Raum durch Zweige der Fissura lateralis ansgefüllt. Auf VII ist der S. retrocentralis stark verkürzt und von der Fissura lateralis abgedrängt durch einen Seitenzweig dieser Fissur, mit welchem er sich nicht vereinigt; auch auf XVI ist das untere Ende verdrängt durch eine abnormal verzweigte freie Furche. Auf XII ist das ventrale Ende nach vorn umgebogen, ähnlich auf XIII. Zu beachten ist besonders noch X und zwar weil hier der erst dem S. centralis parallele S. retroc. inf. in ein Querstück: den S. retrocentralis transversus von EBERSTALLER eintritt; es soll dies bei Esten die normale Form sein, also wie bei den von EBERSTALLER untersuchten Oesterreichern oder Steiermärkern. Von meinen Gehirnen ist VIII der Hemisphere X ähnlich, wenn man die Vereinigung mit dem S. subcentralis ausser Acht lässt; auch XIII, vielleicht auch IV, XIV, XIX, XXIV zeigen dem S. retroc. transversus ähnliche

Bildungen Retzius sondert den S. retroc. transversus nicht von dem S. subcentralis. Darin kann ich ihm nicht beipflichten; es liegen eben zwei Möglichkeiten vor: erstens Ausbildung eines transversalen Endteils des S. retroc. inf.; zweitens Vereinigung des ventralen Endes des S. retroc. inf. mit dem S. subcentralis; beides kann sich an einer Hemisphere (VIII) gleichzeitig zeigen. Mir scheint, wie oben (unter Fissura lateralis) bereits bemerkt wurde, dass der S. retroc. transv. Eberstaller's auf einer Gabelung der Furche beruht (oder auf Ausbildung eines häufig vorhandenen Seitenzweiges des S. retroc. inf.) und nicht auf Vereinigung mit einem fremden Furchenelement. Wie schon bemerkt, kommt der S. retroc. transversus bei Esten regelmässig vor; diese und die Steiermärker Eberstaller's unterscheiden sich hierdurch von den Irländern (Cunningham S. 235), von den Javanen und auch von den Letten Weinberg's, bei denen diese Bildung ist.

Es kann der S. retroc. inf. zuweilen in der Tiefe durch einen Gyrus gespalten sein (V); solch eine Brücke zeigt sich am unteren Ende auch auf XXV.

Eine ganz abnormale Bildung zeigt XVIII; hier ist das obere Endstück des S. retroc. inf. und das vordere Ende des S. interparietalis verdoppelt; die Bildung ist nicht leicht zu beschreiben; man möge sie auf der Abbildung betrachten und mit XXII vergleichen. Auf XVI ist der S. retrocentralis sehr kurz, ganz wie ein nach unten umgebogenes Endstück des S. interparietalis, eine Form, wie diese sich bei manchen niederen Affen findet.

Es hat der S. retrocentralis inferior (ganz wie der S. praec. inf.) häufig Seitenzweige, welche sich dem S. centralis nähern; sie beeinflussen die Biegung des S. centralis und bedingen oft die stärkere Krümming des mittleren Teils des S. centralis. Eine Seitenfurche, welche zur Mitte dieses mittleren Bogens zieht (in seltenen Fällen diesen fast berührt, VI), kommt denn auch regelmässig vor (18 von 24) und ist zuweilen verdoppelt (III, VI, XXIII). Weiter ventral beobachtet man häufig einen weiteren Seitenzweig (13 von 24), der sich entweder dem unteren Knie des S. centralis nähert (4 von 13) oder zum unteren Bogen zieht (9 von 13); dabei kann dieser Zweig verdoppelt sein (II, VI). Es ist eine stärkere Ausbildung dieses Zweiges mit einer Abweichung des S. retrocentralis schwanzwärts, wodurch in den meisten Fällen der S. retrocentralis transversus entsteht. Einmal sah ich den ventralen Seitenzweig oberflächlich mit einem Seitenzweig des S. centralis zusammenfliessen (VII, sich bei S. centralis).

Eine besondere Betrachtung erfordert noch der S. retrocentralis

der Hemisphere XXI. Es zeigt dieses Gehirn nämlich einen doppelten S. centralis und wenn ich diesen an dieser Stelle erwähne, so geschieht dies weil ich damit andeuten will, dass ich mich ganz der von SPIZKA (The Philadelphia medical Journal, August 24, 1901) vertretenen Auffassung anschliesse, dass der hintere S. centralis meist ein abweichend entwickelter S. retrocentralis ist, oder auch auf Verdoppelung des S. retrocentralis beruht. Ob nun jede Verdoppelung des S. centralis, wie LEGGIARDI will (cit. SPITZKA), diesen Ursprung hat, lasse ich dahingestellt. Es zeigt Gehirn XXI eine starke wellige Furche, welche von der Fissura Sylvii ausgeht und ungefähr parallel zum S. centralis zur Mantelkante emporsteigt, in welche sie dann noch tief einschneidet und $1^1/_2$ Centimeter auf der medianen Fläche hinabzieht. Der S. centralis selbst und der S. cinguli schneiden nicht ein; es liegt der aufsteigende Ast des S. cinguli zwischen S. centralis und der obenerwähnten Furche. Weil diese Furche caudalwärts vom S. cinguli liegt, zeigt sie den Charakter eines S. retrocentralis, oder gleicht dem hinteren Arm seiner Endgabel, der ja auch sonst häufig in den medianen Rand einschneidet. Die Verbindung der hier betrachteten Furche mit der Fissura lateralis durch einen S. subcentralis lässt sich nicht zur Homologisierung verwerten, denn dies kann ja sowohl beim S. cinguli wie beim S. retrocentralis vorkommen; übrigens fehlen der Furche die für den S. centralis so charakteristischen Kniee; auch ist sie weit reicher an Seitenzweigen als ein S. centralis; auch zeigt die ganze dorsale Hälfte sehr starke Interdigitationen. Caudalwärts folgt der S. interparietalis, der mit einem zweiten S. retrocentralis verbunden ist. Letzterer kam dadurch zu Stande, dass der dorsale Zweig des S. interparietalis (R. medialis primus) einen S. retrocentralis superior vortäuscht, während die sich öfter zwischen S. retroc. inf. und dem R. posterior ascendens der Fissura lateralis zeigende Nebenfurche eine dem S. retroc. inf. ähnliche Form angenommen hat. Es ist diese Nebenfurche aber nur in der Mitte tief und läuft nach oben und unten in ganz seichte Rinnen aus, die dorsal mit dem S. interparietalis, ventral mit der Fissura lateralis in Verbindung treten. Dass der scheinbare S. retroc. sup. tatsächlich nichts anderes als der R. medialis primus des S. interparietalis ist, geht auch daraus hervor, dass caudalwärts auf ihn direkt die constante e^1-Furche folgt, die die erste Übergangswindung nach vorn begrenzt; wäre nun obengenannter unechter S. retroc. sup., nicht der R. medialis primus, sondern wirklich ein S. retroc. sup., dann würde die Furche e^1 fehlen und diese fehlt bei Javanen niemals; auch hieraus geht hervor, dass die beschriebene

Verdoppelung des S. centralis nur ein S. retrocentralis sein kann, während die Zweige des S. interparietalis einen S. retrocentralis nachahmen; wenn hier also eine Verdoppelung vorliegt, dann wäre letzterer verdoppelt [1]).

Beachten wir nun noch einige transversalen Furchen in der Nähe des S. retrocentralis inferior. Zu diesen wäre zunächst der S. subcentralis posterior zu rechnen, der oben bereits Erwähnung fand (unter Fissura lateralis); er ist bei Javanen immer mit der Fiss. lateralis verbunden, was bei Affen (*M*) bekanntlich häufig nicht der Fall ist. Ganz wie nun oberhalb des S. subcentralis anterior im Gyrus praecentralis freie Nebenfurchen gefunden werden (N^2), welche mehr der Affenfurche entsprechen, so zeigt auch der Gyrus postcentralis zwischen S. centralis und S. subcentralis posterior häufig eine kleine freie meist transversale Furche; sie fehlte nur auf sieben Hemispheren (I, V, X, XI, XV, XVII, XX); auf drei anderen (IV, XIX, XXV) war sie nur angedeutet; auf allen anderen Gehirnen tritt sie deutlich zu Tage. Auf IX sieht man zwei, auf VI sogar drei solcher Furchen; sehr stark und verzweigt ist sie auf XII und XVI; auf XXIII vertritt sie einen Zweig des S. centralis; auf XXIV ist sie sagittal gerichtet.

Andere transversale Nebenfurchen (Sulci intermedii) finden sich zwischen S. retrocentralis und dem aufsteigenden Ast der Fissura lateralis; ich fand sie an 13 von 25 Hemispheren und zwar einfach neunmal, doppelt viermal. Auch zeigen sich in dieser Gehirngegend häufig aufwärts strebende Seitenzweige der Fissura lateralis, längere auf XVIII und XXIV, kürzere auf V, IX, XII. Übrigens möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass es nicht immer möglich ist den S. subcentralis post. genau zu bestimmen, denn die Autoren bezeichnen jede den S. retrocentralis mit der Fissura lateralis verbindende Furche als S. subcentralis posterior; diese liegt das eine Mal dem S. centralis nahe, ein anderes Mal weit von ihm entfernt; es kann auch vorkommen, dass nahe dem S. centralis ein starker S. subcentralis liegt (*M* auf XV), während der S. retrocentralis sich mit einem weiter caudal gelegenen Seitenzweig der Fissur verbindet (XV); welcher von diesen ist nun der S. subcentralis? Es giebt eben keinen einheitlichen S. subcentralis posterior, ebensowenig wie einen S. subcentralis anterior; man findet nur caudal und nasal vom S. centralis eine Anzahl kleiner Furchen, welche mit der

[1]) Ich erinnere hier an WERNICKE's Ausspruch (S. 13 seines Lehrbuchs, Citat EBERSTALLER, Wien. Med. Blätt. S. 612): „Findet man zwei dieser Schilderung entsprechende Furchen (welche nämlich die ganze Aussenseite der Hemisphere queren), so ist stets die vordere als Centralfurche in Anspruch zu nehmen.

Fissura lateralis verbunden oder nicht, unter dem richtenden Einfluss des S. centralis stehen.

Die Furchen des vorderen Hirnteils.

Könnte man den mittleren Hirnteil auch als das Gebiet der transversalen Furchen bezeichnen, so ist der vordere Gehirnteil als ein Gebiet sagittaler Furchen leicht charakterisiert; dass mein vorderer Gehirnteil nicht dem Lobus frontalis der Autoren entspricht, wurde oben bereits erwähnt.

Sulcus frontalis superior, Superfrontal ($I + II$).

Bei den Affen zeigt diese Furche nur rudimentäre Entwicklung. Sie wird merkwürdiger Weise bei den niederen Affen nur durch kleine transversale Spalten vertreten, sodass es den Anschein hat, alsob bei Affen nur die Seitenzweige der Furchen des Menschen vorlägen; wahrscheinlich stehen sie unter dem Einfluss embryonaler radiärer Furchen. Bei manchen Affen fehlen übrigens die *I*- und *H*-Furchen vollständig; bei den Semnopitheci begegnen wir zuerst sagittalen Furchen und diese entwickeln sich bei den Hylobatiden weiter, sodass sich hier ein vollständiger S. frontalis superior (SERGI T. 14. Fig. 3; ZUCKERKANDL I, S. 465, Textfigur C), ausbilden kann; bei den Anthropoiden sind diese Furchen bereits sehr menschenähnlich. Die Beziehungen des S. front. sup. zum S. praec. sup. finden sich, wo diese Furchen auftreten, sofort ausgebildet.

Es ist der Sulcus frontalis superior der Javanen eine in verschiedener Weise gekrümmte Furche, welche vom S. praec. sup. nach vorn zieht. Meist zeigt sie nur kurze transversale Seitenzweige dorsal sowohl wie ventralwärts; am caudalen Ende zeigt sich häufig eine Endgabel oder doch ein transversaler Endzweig (III, XI, XII, XVII). Meist is der S. front. sup. mit dem S. praec. sup. verbunden (15 von 25); in anderen Fällen ist die Verbindung nur eine obenflächliche und liegt zwischen beiden ein trennender Gyrus (XI, XIV, XVII); ganz getrennt sind beide Furchen auf sieben anderen Gehirnen (I, III, VII, IX, XV, XIX, XXI). Ganz abnormal ist das caudale Ende auf XIX, denn dieses zieht über den abwärts gedrängten S. praec. superior hinweg fast bis zum S. centralis; ähnliches wurde bei Letten beobachtet; solche Bildungen beruhen wohl auf Verbindung des S. fr. sup. mit der Nebenfurche, welche sich häufig um das dorsale Ende des S. praec. sup. krümmt (sieh oben). EBERSTALLER (S. 63 und 69) spricht von einer Kreuzform;

ich vermute, dass damit solche Fälle gemeint sind, wo der S. front. sup. in den S. praec. sup. eintritt und an der anderen Seite des letztgenannten Sulcus durch einen genau in der Verlängerung des S. front. sup. gelegenen Seitenzweig bis in den Gyrus praecentralis verlängert erscheint, den S. praec. sup. gewissermassen durchquert. Ich sah keine reine Kreuzform; nur XIII zeigt etwa etwas dem ähnliches.

Die Ausdehnung des S. front. sup. kopfwärts kann sehr verschieden sein; sie zieht entweder parallel mit dem Mantelrande bis nach vorn (Erste Gruppe: V, VI, VIII, X, XIII, XIV, XVI, XVIII, XXII), wobei sie sogar bis zum Polus frontalis abbiegen kann (Zweite Gruppe: I, III, VII, XII, XVII, XIX XX, XXI, XXIII, XXIV, XXV) oder sie endet bereits in der Mitte des Frontalhirns (Dritte Gruppe: II, IV, IX, XI, XV). Auch bei den übrigen Völkern scheint die Furche sich ähnlich zu verhalten, denn mit meiner zweiten Gruppe (11 : 25 = 44 %) kann ich 48 % der Russen (SERNOFF) und 44 % der Oesterreicher (EBERSTALLER) vergleichen. Letzterer behauptet, es lägen dann immer Verbindungen mit dem S. frontalis medius vor; letzteres ist allerdings auch öfter für Javanen zuzugeben (I, VII, XII, XX, XXI, XXIII), wenn man meinen S. fronto-orbitalis dem S. frontalis medius gleichsetzt; es ist aber nicht die Regel. Fasse ich meine ersten beiden Gruppen mit langem S. front. sup. zusammen, dann kann ich diese, welche 80 % representieren, mit den 11 von 18 der Esten (61 %) und 43 von 50 der Letten (86 %) vergleichen. Wo die Furche schon in den mittleren Teilen des Stirnhirns endet, zeigt sie meist eine vordere Endgabel; auf XV tritt der ventrale Arm dieser Endgabel dem S. front. med. sehr nahe; auf IV ist diese Gabel von der Furche losgetrennt; es folgt dann noch eine sagittale Furche, welche vielleicht als ein losgetrenntes Stück des S. front. superior zu betrachten ist; ähnliches zeigen XI und XV und soll nach CUNNINGHAM bei Europäern an 27,8 % der von ihm untersuchten Gehirne vorkommen. Auf IX ist die Furche in drei Stücke zerfallen und etwas länger als auf den anderen Gehirnen dieser Gruppe. Der oben bereits erwähnte *S. frontalis mesialis* des Gyrus frontalis superior kann zuweilen stark entfaltet sein, sodass der S. front. sup. abwärts gedrängt erscheint; er wird dann einem S. frontalis medius ähnlich, während man den S. front. mesialis für den S. fr. sup. ansehen könnte (IX, XVI, XIX, XXIV); ich verwerfe aber solche Deutung, denn es soll der S. front. med. vom S. praec. inf. ausgehen, nicht vom S. praec. sup. Ist der S. front. sup. kurz, dann ist dies meist dem Auftreten eines S. front. med. zuzuschrei-

ben, welcher sich in solchen Fällen wie auf IV, XI, XV, dem Mantelrande nähert, sodass sein vorderes Ende an die Stelle des S. front. sup. tritt. Ganz eigentümlich ist die Bildung auf II, wo eine transversale mit dem S. front. med. verbundene Furche den S. front. sup. und S. front. med. vom vorderen Hirnteil abgrenzt.

Das vordere Ende des S. front. sup. zeigt häufig eine Verbindung mit dem S. fronto-orbitalis (I, VII, XII, XIII, XX, XXI, XXIII), an den er noch häufiger sehr nahe herantritt mit Erhaltung einer oberflächlichen schmalen oder tiefen trennenden Schwelle (III, VIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XXIV).

Es kann der S. front. sup. einheitlich sein oder auch zweiteilig und dreiteilig.

	Cunningham.	Retzius.	Weinberg. Esten.	Weinberg. Letten.	Javanen.
Einheitlich. .	2.78 %	32 %	55.5 %	40 %	10 : 25 , 40 %
Zweiteilig. . .	49.2 %				13 : 25 , 52 %
Dreiteilig . . .	23 %				2 : 25 , 8 %

Ausser den oben bereits erwähnten Fällen (IV, IX, XI, XV) wurde er noch neunmal zweiteilig gefunden (VI, VII, VIII, XIII, XIV, XXI, XXII, XXIII, XXV) und nur zweimal dreiteilig (XIX, XXIV). Bei diesen Brückenbildungen im S. front. sup. zeigte sich ein ausgesprochener Unterschied mit den Angaben Eberstaller's (S. 70). Dieser beobachtete sehr häufig (68 %) eine Brücke (oberfl. 42 %, tief 26 %) gleich nach dem Hervortreten des S. front. sup. aus dem S. praec. sup.; ich sah diese ganz in die Tiefe gedrängt nur dreimal (Eberstaller's laterale F^1-Wurzel) Hingegen kommt die zweite weiter nach vorn gelegene Brücke, welche nach Eberstaller selten ist, bei Javanen häufiger vor. Retzius fand gleiches wie Eberstaller. Die vielen Überbrückungen dieser Furche erinnern an die ganz voneinander getrennten Furchenstücke, die bei Affen diesen Sulcus vertreten.

Das vordere Ende der Furche ist meist gegabelt, sowohl wenn die Furche lang als wenn sie kurz ist. Wie anfangs bereits hervorgehoben wurde, hat der S. front. sup. meist nur kurze Seiten-

zweige; es zeigen sich aber auch Ausnahmen, wo die ventralen, transversal gerichteten Seitenzweige weit abwärts ziehen können. Zur Betrachtung dieser ventralen Zweige ist es zweckmässig den Sulcus in einen caudalen und nasalen Teil zu zerlegen; die Grenze liegt dort, wo die Furche häufig überbrückt ist (VI, XIII, XXV etc.). Wir finden dann auf VI einen langen ventralen Zweig der caudalen Hälfte und einen ventralen Zweig der cephalen Hälfte. Letzterer ist übrigens nur durch die Vereinigung mit einer freien Querfurche des Gyrus frontalis medius stark verlängert. Beide Zweige stark entfaltet zeigen V und VIII, nur den cephalen in starker Ausbildung VII, IX, XIII, XIV, XXI. Dass diese Zweige fast den ganzen Gyrus frontalis medius durchqueren können, zeigen die Figuren; zuweilen berühren sie den S. front. inf.. Anderseits steigen Zweige des S. front. inf. aufwärts und durchqueren ebenfalls genannten Gyrus und treten in den S. front. sup. ein; jedoch ist die Vereinigung (wie auf I, VII, IX, XII, XVI, XXI) keine vollständige; es bleibt wenigstens in der Tiefe eine trennende Brücke. Eine offene Verbindung beider Hauptfurchen zeigen nur XIX und XXV; auf XIX tritt ein transversaler Zweig des S. frontalis inferior in die losgetrennte Endgabel des S. frontalis superior ein; auch auf XXV zeigt der S. front. sup. eine offene Verbindung mit dem r^1-Teil des S. frontalis inferior.

Sulcus frontalis medius, Mediofrontal und **Sulcus fronto-orbitalis** s. **fronto-marginalis** (WERNICKE), **Orbitofrontal,** (*p*).

Ich werde zunächst für erstgenannte Furche die Befunde bei Javanen beschreiben und dann auf die Literatur dieser Furche eingehen.

Aus der obigen Beschreibung transversaler Zweige der beiden Ss. frontales geht bereits die Hauptrichtung der Furchen im Gyrus frontalis medius hervor; ein eigentlicher sagittaler S. frontalis medius fehlt den Javanen. Im Gyrus frontalis medius sieht man statt dessen fast nur transversale Furchen, zum Teil Zweige der diesen Gyrus begrenzenden Furchen, zum Teil freie Nebenfurchen; weiter kann eine transversale Furche aus dem S. praec. inf. hervorgehen (XI) und kann die caudale Endgabel des S. fronto-orbitalis auch transversale Richtung zeigen. Man braucht nur Figur I zu betrachten wo diese Verhältnisse deutlich zu Tage treten. Man zählt oft viele solcher Querfurchen; so haben VIII und XIII fünf, XIV und XIX sogar acht, V hat sieben u. s. w. Damit können wir wohl weiter von diesen sehr wechselenden Furchen absehen, welche auf

den meisten Gehirnen die einzigen Furchen im caudalen und mittleren Teil des Gyrus frontalis medius sind. Ganz kurze sagittale Furchen kommen dort allerdings ausnahmsweise vor (XX, XXII). Weiter am Apex hingegen findet man regelmässig eine sagittale Furche des S. fronto-orbitalis (S. frontomarginalis WERNICKE's). Diese schneidet meist nur wenig in die laterale Fläche des Gyrus frontalis medius ein (I, III, VI, VIII, IX, XIII, XV, XVI, XVII, XIX, XX, XXII, XXIV, XXV) oder ist in den S. front. sup. aufgenommen (VII, XII, XIII, XXI, XXIII); in seltenen Fällen zieht er weiter caudalwärts etwa bis zur Mitte des Frontalhirns, so auf V; ähnliches zeigen XIV, XVIII; nur ist auf XIV die Furche in zwei Teile getrennt.

In letztgenannten Fällen könnte man von einem S. front. medius sprechen, der durch Verlängerung des S. fronto-orbitalis hervorgerufen wurde. EBERSTALLER (S. 73) hat solche Bildungen auch zum S. frontalis medius gerechnet, denn er lässt diesen Sulcus ungefähr in der Mitte des Abstandes zwischen der vorderen Centralwindung und der Orbitalkante beginnen, also wie auf V, XIV, XVIII. Wollte man meinen S. fronto-orbitalis unter allen Umständen mit dem S. front. medius EBERSTALLER's vergleichen, dann wäre zu bemerken, dass dieser in der Regel bei Javanen caudalwärts liege, nicht den von EBERSTALLER erwähnten Punkt erreicht und dass weiter der S. fronto-arbitalis der Javanen eher mit dem S. frontomarginalis (fm) EBERSTALLER's zu vergleichen ist. Wir haben also bis jetzt erst drei Gehirne erwähnt (V, XIV, XVIII), wo sich ein typischer S. frontalis medius im Sinne EBERSTALLER's findet und haben nun noch vier andere zu erwähnen, wo der S. front. med. sich noch stärker entfaltet zeigt. Fälle wie auch EBERSTALLER erwähnt (S. 75), wo der Sulcus bis nahe an den Gyrus praecentralis anterior herantritt oder aus dem S. praecentralis medius oder inferior entspringt. Es wären dann II und X zu nennen, wo eine sagittale Furche in der hinteren Hälfte des Gyrus liegt, die auf X auch oberflächlich mit dem S. praec. inf. zusammenfliesst.

Vom S. fronto-orbitalis sind diese Furchenstücke aber durch transversale Furchen getrennt. Einen schönen S. front. medius zeigen IV und XI. Auf IV weicht die Furche dorsalwärts ab und verdrängt den S. frontalis superior und ist weit stärker als dieser. Auf XI ist die Furche nicht einheitlich; der hintere losgetrennte Teil wird durch den nach vorn umbeugenden Hacken des S. praec. inf. gebildet. Auf beiden Gehirnen liegt keine Verbindung mit dem S. fronto-orbitalis vor, denn das vordere Ende des S. front. medius ist letztgenannter Furche parallel; auch zieht diese nicht weit cau-

dalwärts; übrigens zeigt der Gyrus front. med. in der unteren Etage auch transversale Furchenstücke. Verbindungen zwischen oberer und mittlerer Stirnfurche sah ich niemals, sie sollen nach EBERSTALLER und RETZIUS häufig sein [1]). Beachtenswert ist, dass der Gyrus front. med. zuweilen sehr schmal ist; wie oben bereits erwähnt wurde; es kann dies durch Verlagerung des S. front. sup. geschehen, der durch Nebenfurchen des Gyrus front. sup. abwärts gedrängt wird, oder durch Verlagerung des S. front. inf. dorsalwärts; letzteres kann eine Folge sein der stärkeren Ausbildung der ventralwärts vom S. front. inf. sich zeigenden Furchen (XIV, XVI, XIX, XXIV *r.*). Eine mittlere Frontalfurche, welche der Beschreibung EBERSTALLER's entspricht, fanden wir also nur an sieben Gehirnen; will man für alle Gehirne wie EBERSTALLER einen S. front. med. annehmen, dann kann dies nur geschehen durch Bezeichnung des am Apex liegenden S. fronto-orbitalis als S. front. medius. Übrigens möchte ich noch hervorheben, dass EBERSTALLER diesen von ihm entdeckten Sulcus auf seinem Normalhirn noch stärker entfaltet zeichnet als seiner Beschreibung der typischen Form dieser Furche entspricht (S. 73), und ich bin geneigt anzunehmen, dass EBERSTALLER in seiner Auffassung, hier eine regelmässige Hauptfurche entdeckt zu haben, zu weit ging. Ich schliesse dies auch nach den von EBERSTALLER erwähnten Arbeiten italienischer Forscher (GIACOMINI, MINGAZZINI, TENCHINI), nach denen das Gehirn der Italiener dem der Javanen ähnlicher sein dürfte als das der Oesterreicher oder Steiermärker EBERSTALLER's. WEINBERG schliesst sich für die Esten bei EBENSTALLER an; er fand einen S. front. med. bei vierzehn von achtzehn Gehirnen und zwar meist in Verbindung mit dem S. fronto-orbitalis (marginalis); darin liegt eben die grosse Schwierigkeit bei der Vergleichung der Literatur, dass die Autoren (auch EBERSTALLER) niemals eine scharfe Grenze zwischen dem S. fronto-orbitalis (marginalis) und S. front. med. ziehen. Nur CUNNINGHAM kann sich der Auffassung EBERSTALLER's nicht anschliessen; es scheint der S. front. med. bei Irländern weniger ausgebildet zu sein; leider ist CUNNINGHAM's Beschreibung nicht recht deutlich, doch fasse ich seine Beschreibung so auf, dass die Irländer doch den Oesterreichern EBERSTALLER's ähnlicher sind als den Javanen. RETZIUS fand an 33% seiner 100 Hemispheren einen in seiner ganzen Ausdehnung zusammenhängenden S. frontalis medius, und wenn man danach auch schliessen möchte, dass der S. front. med. bei Schweden stark entwickelt ist, so kommen bei ihnen doch auch

[1]) Vielleicht werden hier die Verbindungen zwischen meinem S. fronto-orbitalis und dem S. frontalis superior gemeint, die ich allerdings (sieh unten) auch häufig fand.

häufig Formen vor, wie sie bei Javanen Regel sind; das zeigen z. B. T. 62, f. 1 u. 3; T. 63, f. 1; T. 64, f. 1; T. 66, f. 3; T. 67, f. 4; T. 68, f. 2; T. 69, f. 2; T. 74, f. 2 und andere. Bei den Letten scheint der S. front. med. einerseits weniger, anderseits weit stärker entwickelt zu sein als EBERSTALLER für seine Gehirnsammlung angiebt. Denn nach WEINBERG fehlte der S. front. med. an 5 Hemispheren vollständig, beschränkte sich 17-mal auf den vordersten Teil des Stirnlappens (entsprach also wohl dem S. fronto-orbitalis der Javanen); hingegen durchzog er an 28 Hemispheren die ganze Länge des Stirnhirns, zeigte also häufig die Form, welche auch nach EBERSTALLER selten ist, bei Javanen sogar sehr selten.

Schon öfter wurde oben der S. fronto-orbitalis genannt, der obigen Auseinandersetzungen nach sich nicht vom S. front. med. trennen lässt. Es ist dieser bei Javanen eine sagittale, meist stark gekrümmte Furche welche an der vorderen Spitze des Gehirns auftritt und von der lateralen Fläche auf die orbitale Fläche hinüberzieht, deren vorderen Teil überquert und bei starker Ausbildung fast den S. olfactorius erreicht, d. h. diesen nach vorn abgrenzt; der medialen Spalte kann er dabei sehr nahe treten ohne diese aber (ausser auf XX) zu erreichen. Will man diese Furche mit einem S. front. med. vergleichen oder direkt mit diesem Namen andeuten, dann besitzt allerdings jedes Gehirn der Javanen einen S. front. med., der aber nicht mit dem S. front. med. EBERSTALLER's übereinstimmt.

Wahrscheinlich entspricht mein S. front. orbitalis der von EBERSTALLER als Nebenfurche angedeuteten und als *S. frontomarginalis* bezeichneten Furche, aber nur den mit fm^2 und fm^3 bezeichneten Teilen dieser Furche (medialis und Zwischenstück EBERSTALLER's), welche er auch häufig vereinigt fand, sodass sie (S. 85) einen nach vorne offenen sehr stumpfen Winkel bilden, als dessen Stiel die mittlere Stirnfurche erscheint. Bei Javanen tritt nun fm^3 (man vergleiche die Normalfigur EBERSTALLER's) zurück, fehlt meist [1]), während fm^2 sich stark entwickelt und in oben erwähnter Weise auf die Orbitalfläche hinüberzieht, während EBERSTALLER von beiden aussagt (S. 85), dass sie sich der „Orbitalkante entlang erstrecken"; an anderer Stelle behauptet er, dass der S. front. med. mit einem

[1]) Vielleicht wird fm^3 EBERSTALLER's bei Javanen durch eine der kleinen Querfurchen representiert, die sich an der Spitze des Gehirns finden. In sehr seltenen Fällen kann bei Javanen fm^3 stärker sein als fm^2 (IX) durch Spaltung von fm^2, sodass der orbitale Teil als selbstständige Furche auf der Orbitalfläche erscheint; sonst tritt fm^3 meist ganz zurück verglichen mit fm^2; vielleicht ist der S. front orb. der Javanen nur mit fm^2 zu vergleichen.

Querast oberhalb der Orbitalkante endet (S. 73); ein Hinübertreten auf die Orbitalfläche erwähnt er nicht.

Dass mein S. fronto-orbitalis auch sonst nicht der Beschreibung des S. front. med. entspricht, wurde oben (Kürze des caudalen Endes) bereits hervorgehoben. Dass mein S. fronto-orbitalis gleichzeitig mit einer sagittalen Furche im hinteren Teil des Gyrus front. med. auftreten kann (aber ohne mit diesem vereinigt zu sein, IV, X), wurde auch bereits erwähnt. Ich habe für den S. fronto-orbitalis diesen Namen gewählt und nicht den älteren S. frontomarginalis, weil dieser Furche bei Javanen charakteristisch ist, dass sie weit auf die Orbitalfläche hinübergreift, und auch weil ich nach der undeutlichen Abgrenzung und Beschreibung EBERSTALLER's nicht sicher bin, ob mein S. fronto-orbitalis dem S. frontomarginalis EBERSTALLER's homolog ist. Nur das Teilstück fm^1 des S. frontomarginalis (EBERSTALLER) ist bei Javanen ein wirklicher S. frontomarginalis, dass heisst eine Furche am unteren orbitalen Rande des Frontalhirns; ich werde weiter unten denn auch die fm^1-Furche EBERSTALLER's als S. frontomarginalis beschreiben. Mir scheint, dass die Furchen dieser Gehirngegend ein ernsthaftes Studium verdienen und zwar eine Vergleichung bei verschiedenen Rassen; nimmt man an, dass das, was die Autoren nicht beschreiben auch nicht vorhanden ist, dann würde der S. fronto-orbitalis ein Charakteristicum der javanischen (und anverwandten Völker?) Rasse sein.

Betrachten wir nun noch die Details dieser Furche. Das caudale Ende ist, soweit es nicht in andere Furchen aufgeht, meist gegabelt (Ausnahmen I, III, X, XVII) und öfter in einzelne Teile zerlegt, sodass man zweifeln kann, ob hier noch Teile des S. front. orb. oder Nebenfurchen vorliegen (IV, XIV); zuweilen ist nur der Teil der Orbitalfläche abgespalten (XIX, XX), sodass es scheint alsob der S. fronto-orbitalis die Orbitalfläche nicht erreicht; es kann auch nur das quere Stück auf der Orbitalfläche losgetrennt sein (VIII, XI); die Trennung ist eine sehr breite auf IX (sieh Anmerkung oben). Auch das Ende der Furche auf der orbitalen Fläche zeigt meist eine Endgabel (Ausnahmen XII, XIII, XVI, XXI, XXII, XXIV, XXV). Es kann der S. fronto-orbitalis vollständig verdoppelt sein (XXIV); beide Furchen erreichen die orbitale Fläche. Das caudale Ende der p-Furche ist zuweilen schwierig zu bestimmen und zwar durch Verbindung mit dem S. front. sup. (VII, XII, XIII, XXI, XXIII); selten sind offene Verbindungen mit dem S. front. inf. (IX, XII); beide Furchen fliessen nur oberflächlich zusammen auf XV und XXII. Für das Ende auf der orbitalen Fläche ist noch zu erwähnen, dass offene Verbindungen mit

den longitudinalen Orbitalfurchen nicht beobachtet wurden, wenn die Furchen einander auch häufig nahe treten (X); auf XVII beugt sich das orbitale Ende noch caudalwärts um.

Erfordert diese Furche, wie oben bereits angegeben wurde, eine rassenanatomische Untersuchung, so mögen dabei die Furchen der Anthropoiden nicht ausser Acht gelassen werden; den niederen Affen fehlt sie noch vollständig. Besonders solange dies eingehende Studie noch fehlt, wäre es zu wünschen, dass die Autoren künftig genau angeben was sie mit dem Namen S. front. med. anzudeuten wünschen. Fasst man diese Furche als eine erst am Menschen auftretende auf, dann würde man in Bezug auf diese die Javanen unter die Europäer stellen müssen. Dass manche Autoren den S. front. med. auf jedem Affengehirn zu sehen glauben, darauf komme ich weiter unten zurück.

Sulcus frontalis inferior. Subfrontal (*r*).

Bei einer vergleichend-anatomischen Betrachtung des Sulcus frontalis inferior stösst man auf viele Schwierigkeiten wegen den weit auseinander weichenden Ansichten der Autoren. Der Streit betrifft besonders die Frage ob die untere sagittale Stirnfurche der Affen (S. rectus Eberstaller's, S. principalis Waldeyer's) dem S. front. inf. des Menschen entspricht oder dem S. front. med., den Eberstaller beim Menschen entdeckte. Eberstaller verteidigte letztere Auffassung und sie hat besonders durch die Unterstützung Waldeyer's viele Anhänger gefunden; darum werden wir sie auch hier erörtern müssen. Nun möchte ich in erster Linie darauf aufmerksam machen, dass Eberstaller nur über ein geringes vergleichend-anatomisches Material verfügte und beim ernsthaften Studium seiner Ausführungen erhielt ich den Eindruck, dass Eberstaller's Auffassung namentlich auf die von ihm an einem Chimpansee-gehirn beobachteten Formen beruht. Betrachten wir seine Figuren 7 und 8 auf Seite 116, dann ist allerdings merkwürdig, dass der typische Affensulcus (der auch S. fronto-orbitalis oder S. orbitalis externus, *R* genannt wird), welcher auf Eberstaller's Abbildungen mit *m* bezeichnet wurde, fast in den S. praec. inf. (*a* genannter Figuren) eintritt und hierdurch sich zu diesem fast ebenso verhält wie sonst ein S. front. inf. Darauf gründet sich Eberstaller's Auffassung, bei welcher er aber ausser Acht liess, dass die von ihm abgebildete Form von den bekannten Verhältnissen bei den anderen Anthropoiden und besonders der der niederen Affen stark abweicht. Weiter wurde Eberstaller beeinflusst durch seine Überschätzung

des S. front. med., der eben weil er ihn zuerst näher beschrieb, in seinen Augen besondere Wichtigkeit erhielt, warum er sich bemühte ihn überall nachzuweisen; letzteres war aber bei Affen nur möglich wenn er deren S. orbitalis externus mit dem S. front. inf. des Menschen verglich und den S. principalis s. rectus der Affen mit dem S. front. med. des Menschen. Ich komme darauf zurück und lasse hier erst eine Tabelle folgen, in welcher zusammengestellt wurde die verschiedenen Homologisierungen, die die Autoren bei der Vergleichung der Affen und Menschenfurchen vertreten haben.

Autoren.	Affenfurchen.				
	S. arcuatus Ramus verticalis von Eberstaller. q^1-Furche Ziehen.	S. arcuatus Ramus horizontalis Eberstaller. q-Furche Ziehen.	S. rectus Eberstaller. S. principalis Waldeyer. $q + r$-Furche Ziehen.	Die Furchen $Z + J + H$ von Ziehen.	S. fronto-orbitalis, s. S. orbitalis externus. R Furche Ziehen.
Leuret Gratiolet Broca Wagner	S. praecentralis.	S. front. I s. superior.	S. front. II s. inferior.		orbitale Furche.
Bischoff Rüdinger	S. praecentralis.	S. front. I.	S. front. med.		orbitale Furche.
Schwalbe Mingazzini	S. praecentralis.	S. front. I.			orbitale Furche.
Johannes Müller	S. front. I.				
Eberstaller Hervé Chudzinsky Waldeyer Sperino [1])	S. praec. inf.	S. praec. inf. Ramus anterior.	S. front. medius.	S. praec. sup. und S. front. I. s. sup.	S. front. II s. inf.
Kükenthal u. Ziehen	S. praec. inf.	S. front. II.	S. front. marginalis.	S. praec. sup. u. S. front. I.	Orbitalfurche.
Pansch	S. praec. inf. + S. front. II.		fehlt Homo.	S. front. I.	Ramus ant. Foss. Sylvii.
Deniker Kohlbrugge Cunningham	S. praecentralis inf.		S. front. II.	S. praec. sup. und S. front. I. s. sup.	Orbitalfurche Deniker. R. ant. F. S. Kohlbrugge. anterior limiting Sulcus af the Insula Cunningham [2]).

[1]) Auch G. Papillault vergleicht den S. rectus mit dem S. front medius, hält aber den S. front II für eine neue nur dem Menschen eigene Bildung. Revue de l'école d'anthropologie, Vol. XII. VI Juin 1903, S. 196 u. 201.

[2]) In Bezug auf diese Furche schliessen sich die neueren Untersuchungen von Marchand, Bolk und Zuckerkandl I an die Auffassung von Pansch, Kohlbrugge, Cunningham an.

Wenden wir uns nun weiter EBERSTALLER's Auffassung zu.

EBERSTALLER (S. 123) mass seinem S. front. med. auch darum besondere Bedeutung zu, weil diese Furche bei menschlichen Foetushirnen zuerst erscheine; darum verglich er sie mit dem S. rectus der einzigen Frontalfurche der Halbaffen; aber es geht aus den Tafeln CUNNINGHAM's hervor, dass beim Menschen zuerst der S. praec. inf. und der S. front. inf. erscheinen [1]) und dann hat man doch allen Grund diese mit der bei niederen Affen überhaupt einzigen Frontalfurche, nämlich dem S. arcuatus und S. rectus zu vergleichen, wie ich dies in meiner Arbeit über Hylobatiden im Anschluss an DENIKER gethan habe, welcher Homologiesirung sich CUNNINGHAM anschloss. Weiter habe ich oben beim S. front. med. nachgewiesen, dass diese durchaus nicht eine so constante Furche des Menschenhirns ist wie EBERSTALLER annimmt; und schon darum scheint es mir verfehlt eine der constantesten Furchen des Affenhirns (S. rectus s. principalis) mit einer inconstanten Furche des Menschenhirns (S. front. med.) vergleichen zu wollen. Ferner beachtete EBERSTALLER besonders seinen R. anterior des S. praec. inf., beschrieb ihn als constant und besonders tief und verglich ihn nun mit dem R. horizontalis des S. praec. inf. der Affen. Da nun obengenannter Ramus anterior des S. praec. inf. den Javanen mit seltenen Ausnahmen fehlt, so darf man auch diesen nicht mit dem so constanten Zweig (R. horizontalis des S. arcuatus) der Affen vergleichen. Genannter R. anterior des S. praec. inf. fehlt wie den Javanen so auch den Affen, denn der R. horizontalis des S. arcuatus richtet sich bereits bei den niederen Affen auf und nähert sich der Mantelkante oder dem S. front. sup., entspricht also dem Teil des S. praec. inf. des Menschen, der zum S. front. sup. zieht und nicht dem zuweilen ausgebildeten R. ant. EBERSTALLER's.

Gegen die Homologiesirung des S. principalis der Affen mit dem S. front. med. des Menschen spricht besonders auch der Umstand, dass dann bei Hylobates, Orang-oetan und den niederen Affen der Gyrus frontalis inferior dorsalwärts gar nicht vom Gyrus front. med. abgegrenzt sein würde (WALDEYER, Das Gibbonhirn S. 30); dies wog bei EBERSTALLER wohl weniger schwer, weil an seinem Chimpansee-

---

[1]) Nach CUNNINGHAM kann der S. frontalis medius zwar ausnahmsweise einmal sehr früh auftreten; öfter sieht man sie gleichzeitig mit den anderen Frontalfurchen zu Tage treten; in der Regel jedoch erscheint sie erst im siebenten Monat, während der S. frontalis inferior und der S. praecentalis inferior sich bereits Anfang des sechsten Monats zeigen. RETZIUS gelangte zu ungefähr denselben Resultaten; persönlich bin ich übrigens der Meinung, dass die embryologischen Thatsachen bei vergleichend-anatomischen Homologisierungen kaum oder garnicht verwerkt werden können; ich bestreite hier nur EBERSTALLER mit seinen eigenen in meinen Augen wertlosen Waffen.

hirn der Gyrus front. inf. wohl durch die abweichende Form des S. orbitalis externus nach vorn und oben abgegrenzt erschien. Eine Ausnahme führte hier also zu Schlüssen auf die Allgemeinheit, was für den Chimpansee scheinbar zulässig war und wurde auf alle Affen angewandt. Weiter bemerkt EBERSTALLER, dass der S. rectus (*r* oder *q* + *r*) nicht mit dem S. front. II des Menschen verglichen werden könne, weil die untere Stirnfurche des menschlichen Gehirns nicht gegen den Stirnpol ziehe. Die untere Stirnfurche menschlicher Embryonen zieht aber wohl gegen den Stirnpol [1]) und wo EBERSTALLER für seine Homologisierungen auch mit Verschiebungen arbeitet, indem er den Gyrus front. inf. von der Orbitalfläche auf die laterale Fläche hinaufrücken lässt, verliert dieser Argument wohl jede Bedeutung; Verschiebungen treten hier zwar ein, wie BOLK (S. 78—81) gezeigt, aber in anderer Weise als EBERSTALLER glaubte. Weiter lehrte EBERSTALLER, dass das Oberflächengebiet, welches zwischen dem S. principalis und der Orbitalkante liegt, nicht als 3te Stirnwindung gelte, denn diese schlage sich, wie BISCHOFF argumentierte, um die vordere Ecke der Sylvischen Grube herum. Hierzu ist zu bemerken, dass BISCHOFF's Windung durch die Furche bedingt wird, welche er R. anterior Fossae Sylvii nennt; wenn nun andere Autoren der Fossa Sylvii der Affen und Anthropoiden den Ramus anterior überhaupt absprechen, dann hat BISCHOFF's Windung auch die genannte Bedeutung verloren; dafür verweise ich auf die Arbeiten von PANSCH, CUNNINGHAM, MARCHAND und BOLK und auch meine Publicationen, denen sich in letzter Zeit auch SERGI [2]) anschloss. Ausserdem liegt der sogenannte R. anterior der Fossa Sylvii der Affen und Anthropoiden ja auch gar nicht auf der lateralen Fläche, sondern auf der orbitalen. Wenn EBERSTALLER den S. rectus der Affen mit dem S. front. med. des Menschen vergleicht und den horizontalen Teil des S. arcuatus mit seinem R. anterior des S. praecentr. inf., dann lässt er ausser Acht, dass dann wie an seinem Chimpanseegehirn (S. 116) der Gyrus frontalis medius nicht zwei, sondern drei Etagen zeigen würde, weil der horizontale Teil des S. arcuatus parallel dem S. rectus weit nach vorn zieht, während obengenannter R. anterior des Menschen nicht dem S. front. med. parallel ist, sondern in dessen caudaler Verlängerung liegt. Auch ist noch zu erwähnen, dass die

[1]) „I may further add that in many cases the inferior frontal furrow in the early stages of development in the human cerebrum presents a direction similiar to that of the S. rectus in the lower apes" (CUNNINGHAM).

[2]) Le Variazoni dei solchi cerebrali e la loro origine segmentale nell' Hylobates. Richerche fatte nel Laboratorio di anatomia normale della R. università di Roma. Vol. X, fase 3, 1904. Die Arbeiten der anderen Autoren wurden bei der Fissura lateralis bereits erwähnt.

niederen Affen überhaupt keinen S. orbitalis externus besitzen; auch darum scheint es mir nicht angebracht diese Furche mit der am Menschenhirn zuerst erscheinenden Furche (S. front. inf.) zu homologisieren. Ich kann denn auch nur meine seit 1891 verteidigte Auffassung nochmals hervorheben, dass der S. rectus oder principalis der Affen dem S. front. inf. des Menschen homolog sei; dabei werden vielleicht auch Teile des S. arcuatus, nämlich von dessen horizontalem Zweig, in den S. front. inf. aufgenommen, den wir bei Hylobatiden stets und in seltenen Fällen bei Semnopitheci mit dem S. rectus vereinigt sehen [1]).

Es geht der S. front. inf. bei Javanen entweder vom mittleren Teil des S. praec. inf. aus oder entsteht doch nahe der Stelle, wo er sonst aus dem S. praec. inf. tritt; er zieht dann zunächst in sagittaler Richtung nasalwärts, krümmt sich dann im Bogen oder mit scharfer Ecke ventralwärts und bildet so die Basis der Pars triangularis; sie kann den orbitalen Rand erreichen oder sich nochmals und zwar caudalwärts krümmen und den ganzen Ramus anterior Fissurae lateralis wie mit einem Halbkreis umgeben. Letztgenannte Form findet sich neunmal (III, V, VI, VIII, XI, XIV, XV, XIX, XXV); öfter liegt der Ramus descendens Fissurae lateralis zu weit orbitalwärts um vom S. front inf. umfangen zu werden; doch reicht er auch dann häufig bis zum Gehirnrande (IV, VII, IX, XII, XIII, XVIII). Also an 15 der 25 Hemispheren reicht der S. front. inf. weit abwärts und umgiebt die ganze Basis der Pars triangularis und darauf möchte ich in Gegenstellung mit anderen Auffassungen den Nachdruck legen, besonders weil auch bei Affen der S. rectus bis nahe an den Gehirnrand heranreicht. Vor wir zur Vergleichung schreiten, müssen wir noch einen sehr constanten Seitenzweig erwähnen, der in die Pars triangularis eintritt zwischen die beiden Zweige des Ramus anterior Fissurae lateralis. Diesen ventralen Seitenzweig betrachten manche Autoren als den Endzweig des Sulcus front. inf., denn Eberstaller lässt den Sulcus zwischen den beiden vorderen Schenkeln der Sylvischen Spalte enden (S. 66—67) und bemerkt dann noch (S. 68) „ein Nachvornreichen der unteren Stirnfurche über die Mitte der Pars triangularis hinaus gehört zu den Seltenheiten". Auch Cunningham (S. 260) schliesst sich an Eberstaller an, denn er lässt die untere Frontalfurche mit einer Gabel enden, von denen der eine Arm obengenannter ventraler Zweig ist; der andere entspricht einem

[1]) Zuckerkandl I behauptet, es können die Furchen bei Hylobates zuweilen getrennt sein; ich kann diese auffassung nach Betrachtung seiner Figuren nicht teilen.

dorsalen Seitenzweige der Furche bei Javanen, den ich weiter unten erwähnen werde. Wenn dies Regel ist bei Europäern, dann reicht die Furche bei Javanen viel weiter abwärts und der Endzweig der Europäer wurde bei ihnen zu einem Seitenzweig; übrigens giebt es denen der Europäern entsprechende Formen auch bei Javanen (XXI, XXII, XXIII); man beachte jedoch, dass auch in diesen Fällen die Furche weit mehr Krümmung zeigt, also auf der Normalfigur EBERSTALLER's; die anderen noch nicht erwähnten Hemispheren möchte ich als Zwischenformen betrachten (I, II, X, XVI, XVII, XX, XXIV). Bei Vergleichung meiner Figuren mit der EBERSTALLER's wird es deutlich, dass EBERSTALLER's Sulcus radiatus, und vielleicht auch seine fmI-Furche in den S. front. inf. der Javanen aufgenommen wurde; er findet sich jedenfalls bei Javanen dort, wo der S. front inf. zwei ventrale Endzweige zeigt, die beide in die Pars triangularis eintreten. Einen isolierten S. radiatus zeigen vielleicht VII, XXII, XXIII. Übrigens fand EBERSTALLER diese Furche nicht regelmässig, sondern nur in einem Dritteile der Fälle gut ausgebildet, und CUNNINGHAM beobachtete sie an 29 von 57 Gehirnen. Dadurch wird der Unterschied zwischen Europäern und Javanen bereits weniger gross, als er bei der Betrachtung von EBERSTALLER's Normalhirn zu sein schien, zumal wenn man noch beachtet, dass auch EBERSTALLER den S. radiatus wiederholt mit dem S. front. inferior vereinigt fand. RETZIUS schloss sich bei der Beschreibung des S. front. med. an EBERSTALLER und CUNNINGHAM an (S. 105); trotzdem fand ich auf seinen Figuren, dass auch bei Schweden der S. front. inf. den ganzen Ramus anterior der Fissura lateralis umfassen kann [1]), wie bei Javanen (Fig. IX, 5, 7, und besonders 8). RETZIUS fasst übrigens den S. radiatus etwas anders auf; er beschreibt den ventralen Endzweig (Seitenzweig mihi) EBERSTALLER's nicht und fasst jede in der Pars triangularis gelegene radiäre Furche als S. radiatus auf, während EBERSTALLER hier zwei Furchen kennt, den ventralen Endzweig des S. front. inf. und den S. radiatus. Auch nach RETZIUS kann der S. radiatus (sogar oft) mit dem S. front. inf. zusammenfliessen. Dadurch werden die Schweden also wohl den Javanen in Bezug auf diese Furche ähnlicher als die Oesterreicher; noch mehr aber nähern sich die Letten den Javanen, denn nach WEINBERG erreicht der S. front. inf. bei diesen als einheitliche Furche meist das Vorderende des

[1]) Wie ich aus EBERSTALLER ersehe (S. 68), zeichneten ECKER und SCHWALBE den S. front inf. ganz wie ich ihn bei Javanen fand; diese Auffassung der Furche wurde durch PANSCH bestritten, dem sich EBERSTALLER anschloss.

Gehirns (30 oder 38 von 50 Hemisph.); etwas anders verhalten sich die Esten, denn bei diesen ist der S. front. inf. nur siebenmal bis in die Nähe der fm-Furche EBERSTALLER's zu verfolgen, während er elfmal nur bis zur Ebene der Mitte der Basis der Pars triangularis sich erstreckt, also ganz wie CUNNINGHAM und EBERSTALLER als Norm angeben. Aber auch dann, wenn die Furche nur kurz ist, kann sie mit dem S. radiatus vereinigt sein, was CUNNINGHAM niemals sah. Diese Vergleichung der Formen bei verschiedenen Völkern bringt uns entweder zu ziemlich tiefgehenden Rassenunterschieden (Engländer und Oesterreicher gegenüber Javanen und Letten), wobei sich dann aber zeigt, dass bei ganz verschiedenen Rassen gleiche Formen ungefähr in gleichem Prozentsatz vorkommen können (Letten gleich Javanen), oder wir müssen annehmen, dass EBERSTALLER zu einseitig beschrieb und CUNNINGHAM und RETZIUS sich dadurch beeinflussen liessen. Wie dem sei, jedenfalls zeigt dieses Beispiel wieder, dass die Beschreibung der Gehirnfurchen zukünftig viel eingehender detailliert sein sollte und mit Abbildung des gesammten Materials um bei neuen Fragen nachprüfen zu können (sieh Einleitung).

Übrigens sollte man sich darüber einigen um entweder von einem langen S. front. inf. zu sprechen, der bis zum orbitalen Gehirnrande hinabreicht aber zuweilen in kleinere Teile zerrissen sein kann, wodurch ein S. radiatus oder andere Formen entstehen, oder von einem kurzen S. front. inf. der, wie EBERSTALLER angiebt, nur bis zur Mitte der Basis der Pars triangularis reicht, aber zuweilen durch Verbindung mit weiter ventralwärts gelegenen Furchen weiter abwärts bis zum Gehirnrande ziehen kann. Nach den Befunden bei Javanen und Letten neige ich zu erstgenannter Auffassung, welche besser den Normaltypus der Furche wiederzugeben scheint.

Betrachten wir nur unsere Furche bei Javanen näher, dann zeigt sich, dass sie meist mit dem S. praec. inf. verbunden ist; nur an fünf Gehirnen wird zwischen beiden Furchen eine trennende Brücke gefunden (IV, IX, X, XV, XXV), die bei andern Völkern häufig in die Tiefe gedrängt wird (Hintere Tiefenwindung EBERSTALLER's); die folgende Tabelle zeigt das Verhältnis beider Furchen bei verschiedenen Völkern.

	Oesterreicher.	Schweden.	Irländer.	Esten.	Letten.	Javanen.
Offene Verbindung zwischen beiden Furchen.	Seltene Ausnahme.	Regel.	34.8%	55%	50%	80%
Trennender Tiefengyrus.	Regel.	Ausnahme.	32.6%	27.5%	22%	—
Breite trennende Brücke.	24%	23%	32.6%	16.5%	28%	20%

Wenn man die Tiefenwindungen bei Irländern, Esten und Letten vernachlässigt, dann würden wir für diese und die Schweden ungefähr gleiche Zahlen wie für Javanen erhalten. Falls diese Autoren den Begriff Tiefengyrus als einer Schwelle nicht anders fassen als ich, dann würde sich aber ein markanter Unterschied zwischen Europäern und Javanen ergeben; für EBERSTALLER's abweichendes Resultat möchte ich jedenfalls eine andere Auffassung des Wortes Tiefengyrus verantwortlich machen, denn dass dieser von diesem Autor weit ausgedehnt wurde, geht aus vielen Stellen seiner Arbeit hervor. Übrigens fällt die Verbindung bei Javanen meist auf die Mitte des tiefen mittleren Teils des S. praec. inf. oder auf die obere oder untere Grenze des mittleren Teils.

Bei Javanen zeigt der S. front. inf. manche Seitenzweige; der wichtigste ventrale wurde bereits erwähnt; über ihn ist noch zu bemerken, dass er selten ganz fehlte (V), aber in solchem Fall vielleicht durch kleine Furchen in der Pars triangularis vertreten wird, wie dies andere deutlicher zeigen (III, XVI, XIX), wo der ventrale Zweig abgelöst scheint.

Es kann der Zweig auch Verdoppelung zeigen (VI, VII, XVIII, XX, XXII, XXIII), was dann, wie schon bemerkt wurde, an den S. radiatus erinnert; zuweilen ist er nur schwach (I, II, VI, VIII, XIII, XVII), meist zieht er aber weit ventral und caudalwärts in die Pars triangularis hinein, wobei er fast den Vereinigungspunkt des Ramus ascendens mit dem R. descendens Fissurae lateralis erreichen kann (III, X, XII, XIV, XV, XVIII, XX, XXII, XXIII, XXV). Auf X ist die Pars triangularis und so auch unser Seitenzweig abwärts verschoben; ähnliches sieht man auf XXIII. Ausser diesem ventralen Zweig zeigt der S. front. inf.

auch mehrere dorsale Zweige, die, wie oben bereits erwähnt wurde, in den Gyrus front. med. eintreten. Einer von diesen ist sehr constant; er findet sich an dem Punkte, wo der S. front. inf. sich ventralwärts beugt oder knickt; er steigt aufwärts und tritt dem S. fronto-orbitalis oder S. front. sup. nahe; er entspricht dem oberen Endzweig des S. front. inf. nach EBERSTALLER und CUNNINGHAM. Ist die Furche doppelt geknickt, dann zeigen zuweilen beide Kniee einen Seitenzweig. Auf IV ist dieser dorsale Zweig losgelöst, auf III, X, XI, XIII, XX, XXV ist er verdoppelt; die seltene Vereinigung mit dem S. fronto-orbitalis wurde bereits erwähnt (IX, XXV). Zuweilen ist er nur schwach entwickelt (IV, XXIV); in anderen Fällen zweifelt man bei den mannigfachen Knickungen des S. front. inf., die alle Zweige tragen, welchen von diesen man mit dem so constanten Zweig der anderen Hemispheren vergleichen soll (z. B. XIX). Übrigens ist nicht bei allen Völkern der S. front. inf. so stark verzweigt wie bei Javanen, denn WEINBERG fand bei 44 % seiner Esten eine Furche ohne Seitenzweige. Sehr häufig ist der S. front. inf. durch oberflächliche oder tiefe Brücken zersplittert. EBERSTALLER unterschied eine mittlere und eine vordere Tiefenwindung; letztere wird selten oberflächlich; RETZIUS sah sie an 24 % seiner 100 Hemispheren, bei Javanen kommt sie niemals vor. Die vordere Tiefenwindung, welche sich an der Stelle findet wo der S. front. inf. sich abwärts beugt, aber vor er die beiden Seiten oder Endzweige abgiebt, kommt häufiger vor und wird nach RETZIUS auch häufiger oberflächlich (37 %); bei Javanen fand ich aber auch diese nur dreimal: zweimal nur angedeutet und ganz in die Tiefe versenkt, einmal oberflächlich (XX). Auf dem in Bezug auf diese Furche ganz abnormalen Gehirn XXIV kann man zweifeln, ob es die mittlere oder vordere Übergangswindung ist, welche hier zu einer Breite von zwei Gehirnwindungen anschwillt, da der S. front. inf. durch die aussergewöhnliche Entwicklung des S. diagonalis auseinander gezerrt wurde. Betrachten wir also nur den Teil des S. front. inf., der von den anderen Autoren als zu dieser Furche gehörig betrachtet wird, dann würde die Furche nur zweimal oder bei Beachtung der Tiefengyri nur viermal getrennt sein. Bei 21 Hemispheren (84 %) hätten wir also eine einheitliche Furche; CUNNINGHAM fand gleiches nur bei 50,8 %, RETZIUS (nach seinen Angaben berechnet) bei 70 %, WEINBERG bei Esten aber 82.5 % und bei Letten 58 %; doch scheint mir, dass WEINBERG dabei die Furche mehr in meinem Sinne fasste und also auch die Furchen zu den zersplitterten rechnete, wo die trennenden Brücken sich in der stark verlängerten Furche fanden, also in den

Teilen, welche die anderen Autoren gar nicht zum S. front. inf. rechnen wollen; beachte ich auch diesen Teil bei Javanen, dann finde ich allerdings sehr häufig eine zersplitterte Furche und seltner die einheitliche. Den 82.5 % und 70 % WEINBERG's hätte ich dann nur 40 % entgegenzustellen (I, II, IV, V, VI, VIII, X, XVII, XIX, XXI); bei allen anderen wäre die Furche zersplittert und zwar durch eine Brücke neunmal (III, IX, XI, XIII, XIV, XVIII, XXII, XXIV, XXV), durch zwei Brücken (fünfmal (VII, XII, XV, XVI, XXIII); übrigens sind hier vielleicht zwei Fälle auszuschalten (XII, XV), da es hier zweifelhalt ist ob das in den Gehirnrand einschneidende Furchenstück zum S. front. inf. gerechnet werden darf; drei Brücken fand ich nur einmal (XX). Die am häufigsten vorkommende Brücke findet sich direkt nach Abgabe der beiden genannten Seitenzweige; seltner liegt die Brücke weiter ventralwärts; meist kommt letzteres vor in den Fällen wo sich zwei Brücken finden. Zu erwähnen wäre nun noch, dass das ventrale Ende meist eine Gabel zeigt (20 von 25) und dass sich ventralwärts häufig noch ein S. marginalis (fm' von EBERSTALLER) findet (I, II, V, VI, VII, VIII, IX, XVI, XVII, XIX, XX, XXII, XXV); fehlt dieser oder ihr caudaler Teil, dann kann die Furche zuweilen in die Orbitalkante einschneiden und auf die Orbitalfläche treten (III, IV, VII, VIII, XII, XIII, XV, XXI). Zum Schluss sei hier nochmals hervorgehoben, dass die Lageverhältnisse zwischen S. front. inf. und R. anterior Fissurae lateralis stark beeinflusst werden durch die Richtung des R. anterior; ist diese mehr aufwärts, dann kann der S. front. inf. ihn leicht umfassen; ist die Richtung mehr ventralwärts und der R. descendens auf die Orbitalfläche verlagert, dann kann der S. front. inf., auch wenn er weit abwärts reicht, ihn nicht umfassen, wie dies z. B. die Figuren I, XVII, XXI, XXIII zeigen. Anderseits kann der sagittale Teil des S. front. inf. stark dorsalwärts verlagert sein durch die stärkere Entfaltung der ventralwärts gelegenen Furchen, wie dies z. B. die Figuren XIV, XIX, XXIV zeigen; meist ist dies dem S. diagonalis zuzuschreiben. Dass in solchen Fällen der Gyrus front. med. sehr schmal wird, wurde bereits erwähnt; Fälle wo der S. front. inf. durch einen S. front. med. verdrängt wird (RETZIUS) kamen bei Javanen nicht vor; wohl kann bei ihnen der S. front. med. den S. front. sup verdrängen. Über die Verbindungen des S. front. inf. mit dem Ramus anterior der Fissura lateralis und mit dem S. diagonalis (IV) wurde oben bei den betreffenden Furchen näheres mitgeteilt.

Sulcus frontomarginalis (*fm*) oder Laterale Portion des S. fronto-orbitalis von Eberstaller (*fm*[1]).

Der Name dieser Furche deutet bereits an, dass sie am Rande des Lobus frontalis zu suchen ist und zwar an dessen ventralem Rande. Sie liegt zwischen S. fronto-orbitalis, S. frontalis inferior und den Furchen der orbitalen Fläche. Lateralwärts entsteht sie etwas unterhalb des S. fronto-orbitalis, zieht von dort schräg caudalwärts unter dem ventralen Ende des S. front. inf. hinweg um nahe der Fissura lateralis (z. B. I) oder auf der orbitalen Fläche (z. B. IX) in der Nähe der longitudinalen Ss. orbitales zu enden. Eine constante Furche ist dies nicht, denn deutlich entwickelt in Übereinstimmung mit obiger Beschreibung fand ich sie, wie oben erwähnt, nur dreizehnmal, (I, II, V, VI, VII, VIII, IX, XVI, XVII, XIX, XX, XXII, XXV); dabei wäre dann noch zu bemerken, dass die Furche auf VI und XXII in zwei Teile gespalten ist, dass auf VII und VIII der caudale Teil fehlt, sodass sie nicht ventralwärts vom S. front. inf. liegt, welcher selbst in den Rand einschneidet; auf IX und XXII bildet die Furche einen Bogen, indem sie auf die orbitale Fläche tritt und dann wieder caudalwärts zur lateralen Fläche emporsteigt um dicht an der Fissura lateralis zu enden. Nach Eberstaller (S. 20) führten solche Formen zur Aufstellung eines dreiteiligen Ramus anterior genannten Fissur. Auf einigen Gehirnen, denen diese Furche abgeht (X, XXII, XVIII, XXIII) findet man in dieser Gegend zuweilen kleine Furchen, die vielleicht zum S. frontomarginalis zu rechnen sind. Auf anderen Gehirnen scheint die laterale der longitudinalen Orbitalfurchen sie zuweilen zu vertreten. Das nasale Ende dieses Orbitalsulcus beugt sich nämlich stets etwas lateralwärts und erreicht häufig nahe dem Polus frontalis die laterale Fläche; fehlt nun der S. frontomarginalis, dann sieht man zuweilen, dass der am meisten lateralwärts gelegene Orbitalsulcus sich stärker entwickelt hat und weit hinübergreift auf die laterale Fläche. In solchen Fällen (IX, XX) kann man übrigens zweifeln, ob man solch eine Furche als S. frontomarginalis oder als Ramus lateralis des Sulcus orbitalis bezeichnen soll; ich benutzte in solch zweifelhaften Fällen als Criterium das Verhalten des caudalen Endes zum S. orbitalis transversus; schliesst sich die Furche mehr an diese an (auch wenn sie nicht mit ihr vereinigt ist), dann rechnete ich sie zu den orbitalen Furchen, sonst zum S. frontomarginalis. Darum gehören die Furchen $VIII_{25}$, XI_3, $XIII_{9'}$, XIV_{29}, XV_{23} zu den Orbitalfurchen; hingegen kann

man für die Furche XX_{12}, $XXII_{16}$ zweifeln, ob sie als S. front. marg. oder als S. orbitalis zu bezeichnen ist. Anderseits habe ich IX_8, XVI_{28}, $XVII_{12}$, XIX_4, XX_{12} ohne bedenken zum S. frontomarginalis gerechnet; eine scharfe Grenze lässt sich hier wie auch sonst am Gehirn aber nicht ziehen; eine Vereiniging des S. frontomarginalis mit dem R. transversus der Orbitalfurche kommt selten vor (XXII). Wie bemerkt tritt der S. frontomarg. dem. S. frontoorbitalis meist nahe; vollständig vereinigt fand ich beide Furchen nur auf VIII; es lag nur eine schmale Brücke zwischen beiden auf VII, XVI, XIX, XX, XXII, XXV; Retzius hingegen fand vollständige Vereinigung bei 19 %. Vereinigung mit anderen Furchen wurde bei Javanen nicht beobachtet; dass die ventrale Verlängerung des S. front. inf. vielleicht aus Verbindungen mit Teilen eines S. front. marg. hervorgegangen sein können, möchte ich nicht bestreiten, fand dafür aber auch keine bestimmten Anhaltspunkte. Endlich möchte ich noch bemerken, dass es nicht immer möglich ist eine scharfe Grenze zwischen S. frontomarginalis und S. radiatus zu ziehen, wenn letzterer als selbstständige Furche vom S. front. inf. abgetrennt ist; man vergleiche die Hemispheren I und XXIII; auf I könnte man die Furche n°. 11 auch als S. radiatus bezeichnen weil sie in der Pars triangularis endet, und so könnte man zweifeln, ob die Furche n°. 2 auf XXIII nicht als S. frontomarginalis zu bezeichnen wäre; ich möchte vorschlagen jede derartige Furche, welche noch innerhalb der Pars triangularis liegt, als S. radiatus zu bezeichnen und also zum S. front inf. zu rechnen, wie bei der Bezeichnung auf Fig. XXIII geschehen ist, während ein S. front. marg. ventral vom R. descendens der Sylvischen Fissur liegen soll. Dann wäre also die Furche n°. 11 auf I nicht mit *fm* zu bezeichnen sondern mit r^1, wie sehr sie auch sonst an *fm* erinnert; *fm* fände sich dann also nur an 12 Gehirnen und nicht, wie erst angegeben wurde, an dreizehn; übrigens lässt sich dass Vorkommen nicht bestimmt festlegen, weil man, wie oben bemerkt, bei kleinen Furchenstücken (X, XVIII u. s. w.) und beim weit lateralwärts hinaufreichenden S. orbitalis zweifeln kann, ob hier ein S. frontomarginalis vorliegt oder nicht. Der Form und Richtung nach erinnert der S. frontomarg. an den S. orbitalis externus der Affen (*R*-furche von Ziehen), die, wie ich für niedere Affen nachwies, häufig auch nicht vom S. orbitalis zu trennen ist; es liegt hier aber nur Analogie, nicht Homologie vor, denn, wie bei der Fissura lateralis erwähnt wurde, durchläuft der S. orbitalis externus der Affen eine Entwicklung, welcher ihn dem R. anterior der Fissur und der Begrenzung der Insel zuführt (Bolk); analog für beide ist nur, dass die Furchen

der orbitalen Fläche bei Affen und Mensch lateralwärts verschoben werden und so auf die Mantelfläche gelangen.

Nebenfurchen des Lobus frontalis.

EBERSTALLER fasste unter dieser Bezeichnung eine Anzahl Furchen zusammen, die wie der S. diagonalis operculi, S. radiatus, S. frontomarginalis (orbitalis), S. subcentralis oben bereits erwähnt wurden; hier wäre noch der *S. frontalis mesialis* (CUNNINGHAM) zu nennen, der in QUAIN's anatomie auch als „paramesial sulcus" angedeutet wird. Es ist dies eine Nebenfurche des Gyrus frontalis sup., welcher Gyrus zwischen Mantelkante und S. front. sup. viele teils transversale teils sagittale Nebenfurchen zeigt. Von diesen zeigen die vorderen meist transversale Richtung hinten; nahe am S. praec. sup. entwickelt sich häufig eine sagittale Furche des S. frontalis mesialis. Oben wurde bereits erwähnt, dass diese zuweilen so stark entwickelt sein kann, dass hierdurch der S. front. sup. abwärts gedrängt wird; letzterer erscheint dann an seinem hinteren Teil wie verdoppelt und der Gyrus front. sup. hat an Breite zugenommen; er kann in diesen Fällen (XVI, XXV) breiter sein als der Gyrus front. med., welche Möglichkeit EBERSTALLER (S. 71) leugnet. Einige kurze sagittale Furchen zeigen IV, IX, X, XI, XV, XVI, XVII, XVIII, XXII, XXIII, wobei IV, XVI, XVII zwei oder mehr sagittale Furchenstücke besitzen; stärker, besonders länger, ist diese Furche auf XIX und XXIV; irgend welche Regelmässigkeit zeigt sich aber weder bei Form noch Ausdehnung. Bei Europäern scheint diese Nebenfurche oft stärker entwickelt zu sein (CUNNINGHAM); eine sagittale Furche von über 4 cm. Länge fand ich nur einmal (XXIV), GIACOMINI an 9 von 328 Hemispheren. Auf manchen Gehirnen wird, wie erwähnt wurde, das dorsale Ende des S. praec. sup. durch eine halbkreisförmige Furche umschlossen (compensierende Querfurche von RETZIUS), welche, wie mir scheint, häufig an Stelle einer Bifurcation des S. praec. sup. tritt. Bei stärkerer Entfaltung dieser Furche (wie auf XXII, XXIII) könnte man zweifeln, ob sie nicht gleichzeitig ein S. front. mesialis vertritt, welcher dann über den S. praec. sup. hinausreichen würde; jedenfalls machen uns die Bildungen auf XXII und XXIII verständlich, wie der aussergewöhnlich lange S. front. sup. auf XIX entstehen konnte.

Ausser den vielen kurzen transversalen Furchen, welche der Gyrus S. front. sup. zeigt, sieht man häufig auch Furchen der medialen Fläche in den Mantelrand einschneiden; diese gehören zu den vielen radiären Furchen der medialen Fläche, welche oberhalb des S. cinguli

zum Mantelrande ausstrahlen, zuweilen auch als Zweige aus dem S. cinguli hervorgehen; sie wurden bereits beim S. inflectus erwähnt. Besonders die in der Nähe des Apex schneiden häufig ein; die meisten Gehirne zeigen eine oder mehrere solcher einschneidenden Furchen; zuweilen kann auch der weiter unten zu erwähnende S. rostralis in den Mantelrand einschneiden. Weit seltner treten radiäre Furchen der lateralen Fläche auf die mediane hinüber.

Weinberg hat noch hervorgehoben, dass die Pars triangularis des Operculum bei Letten stark gefurcht sei; gleiches gilt für Javanen und zwar entweder durch ventrale Seitenzweige des S. front. inf. oder kurze Seitenzweige des Ramus anterior Fissurae lateralis, oder auch durch freie Nebenfurchen; letzterere zeigten sich an 16 der 25 Hemispheren.

Die Furchen der orbitalen Fläche.

S. orbitalis.

Unter diesem Namen fasst man einen Furchencomplex zusammen, welcher sich auf der orbitalen Fläche des Gehirns zeigt; mehrere Autoren heben die grosse Variabilität dieser Furchen hervor und darum war ich überrascht sie an den hier untersuchten Gehirnen weniger schwankend zu finden als ich erwartet hatte; besonders ist die Variabilität weit geringer als ich sie früher am Affengehirn traf, wo der Formenreichtum ohne Grenze zu sein scheint. Alle Gehirne zeigen die quere Augenfurche, den Ramus transversus oder S. praesylvius und nasal von dieser die longitudinalen Augenfurchen. Ersterer tritt median nahe dem S. olfactorius unter dem Temporallappen hervor, zieht kopfwärts, beugt sich dann lateralwärts um zum fronto-orbitalen Gehirnrande aber ohne diese zu erreichen, zeigt dann aber meist noch ein zweites Knie, indem die Furche sich caudalwärts umbeugt und eine längere oder kürzere Strecke in dieser Richtung zieht, sodass die beiden Enden der Furche vom Lobus temporalis bedeckt sein können (II, III, V, IX, XI, XIII, XIV, XVIII, XIX, XXI, XXIII, XXIV, XXV). Es ist die Furche weniger eine quere als eine Bogenfurche; richtiger wäre sie als S. orbitalis arcuatus zu bezeichnen. Etwas verwirrend wirken nur die Formen, wo die transversale Furche erst stark kopfwärts zieht und hierdurch eine longitudinale Richtung annimmt, sodass der eigentliche transversale Teil sehr gekürzt erscheint (II, XIII, XXIII). Diese Formen sah ich bei Javanen selten; sie erinneren an die der Affen, und man könnte sie wie bei diesen beschreiben als longitudinale Furchen, welche in der Mitte durch ein Quer-

stück verbunden sind. Denn bekanntlich haben auch Affen transversale Elemente (*t*) im Complex des S. orbitalis, aber mitten zwischen den longitudinalen Furchen. Geht man vom Affenhirn aus, dann muss man die Formen wie auf II, XIII, XIV, XXIII als primitieve bezeichnen; bei weiterer Ausbildung verschieben sich die caudalwärts vom queren Furchenteil liegenden longitudinalen Furchenden seitwärts; der quere Teil wird hierdurch breiter, sodass die longitudinalen Teile schliesslich als Anhängsel des queren Teils, als caudalwärts umgebogene Enden desselben erscheinen. Niemals geht der Prozess so weit, dass eine rein quere Furche daraus resultierte. So schliessen sich die Furchen des Menschen also an die der Affen an [1]); trotzdem bleibe ich der für den Menschen gebräuchlichen Auffassung folgen, welche nur nasalwärts vom S. orbitalis transversus longitudinale Furchen kennt. Ausser den bereits genannten Varietäten dieser Furchen verdient noch Erwähnung, dass sie zuweilen überbrückt oder in einzelne Teile zerlegt ist (II, IX, XVII, XXI), was WEINBERG auch bei 11% seiner Esten beobachtete; selten wird das laterale Ende rein lateral gerichtet bleiben, also nicht caudalwärts abgebogen sein (I, XVI, XVII, XX). Nach WEINBERG kann der S. orbitalis transversus bei Letten zuweilen fehlen. Weniger constant sind die longitudinalen Augenfurchen, an denen man einen R. lateralis, medialis und intermedius unterscheiden kann, die auf den Figuren mit 3, 2, 1 bezeichnet wurden; von diesen zeigt der mediale die meisten Variationen. Letzterer ist im Gegensatz zu den beiden anderen Armen nicht mit dem queren S. orbitalis verbunden und liegt dem S. olfactorius nahe. Meist wir der R. medialis durch eine longitudinale Furche (8 : 25) oder durch mehrere teils longitudinale teils transversale Furchen representiert (10 : 25), seltner nur durch kleine transversale Furchen (III); zuweilen ist die mediane Furche nur angedeutet (X, XIX, XXI), selten fehlt sie vollständig (XVI, XVIII, XX). In einzelnen Fällen (II, XIV, XXIV) ist die mediane Furche mit dem R. intermedius oder R. transversus verbunden; zuweilen erstreckt sie sich weit caudalwärts bis nahe an die Fissura Sylvii (VII, XXII, XXIII). Ganz abnormale Verhältnisse zeigt VI, wo der R. medialis und R. intermedius durch eine sternförmige Furche vertreten werden; das wäre demnach eine ganz vom mittleren Typus abweichende Abnormalität, wie die Orbitalfurchen der Affen öfter zeigen. Nach

---

[1]) WEINBERG hatte von vergl. anat. Standpunkt betrachtet also keinen Grund um eine Vergleichung der nach hinten umliegenden Enden des S. praesylvius mit dem variablen Längsfurchen zurückzuweisen (In. Dissert. 1894, S. 31).

Eberstaller muss dieser Zweig bei Oesterreichern stärker entwickelt sein, denn bei ihnen ist der R. medialis gewöhnlich die längste Orbitalfurche, was er bei Javanen in der Regel nicht ist; Eberstaller fand sie häufig mit dem R. transversus verbunden, was bei Javanen selten ist (II, XIV, XXIV); Verbindungen mit dem S. olfactorius, die Eberstaller erwähnt, sah ich niemals.

Der R. intermedius ist von den dreien bei Javanen meist am stärksten entwickelt; er geht fast immer vom R. transversus aus und ist öfter verdoppelt (I, IV, X, XV, XX, XXII, XXIII, XXIV). Nach Eberstaller hingegen ist er meist nicht mit der Querfurche verbunden, was Javanen selten zeigen (VI, VII, XVI, XVIII, XXIV, XXV), oder auch öfter rudimentär, was bei Javanen nicht vorkommt. Zeigt sich die Furche verdoppelt, dann ist die eine oft vom R. transv. losgelöst (IV, XV, XXII, XXIII); in der Regel zieht sie direkt in der Richtung zum Apex bis nahe an den transversalen Sulcus fronto-orbitalis; selten weicht sie lateralwärts ab (XII); in anderen Fällen ist sie gegabelt oder zeigt Seitenzweige. Übrigens muss ich gestehen, dass man öfter im Zweifel ist ob dort, wo ich den R. intermedius als verdoppelt bezeichnete (I, X, XX, XXIV), nicht der laterale von beiden als R. lateralis zu bezeichnen wäre; für mich war die Richtung ausschlaggebend; der R. intermedius soll graden Weges oder medianwärts gebogen zum Polus frontalis ziehen, während der R. lateralis lateralwärts abweicht; darum wäre es vielleicht auch richtiger der R. intermedius von XII zum R. lateralis zu rechnen, sodass an dieser Hemisphere ein R. intermedius fehlen würde; anderseits haben aber auch Hemisphere XI u. XIV einen lateralwärts gebogenen R. intermedius, und ist der R. lateralis auf XVII nicht lateralwärts gekrümmt; es giebt eben bei Gehirnfurchen keine Regel ohne Ausnahme und keine scharfe Grenze zwischen Furchen. Der R. lateralis geht auch aus dem R. transversus hervor, zieht nasalwärts und nähert sich dem fronto-orbitalen Rande, in welchen diese Furche häufig einschneidet, wie oben bereits beim S. frontomarginalis erwähnt wurde, von welcher Furche der R. lateralis zuweilen kaum zu trennen ist. Zuweilen ist dieser laterale Zweig vom queren losgelöst (I, III, X, XIX, XX, XXII); in anderen Fällen liegt eine freie Furche neben der mit dem queren Zweig verbundenen aber kurzen Furche (V, XI, XVI, XVIII); andere ähnliche Fälle bezeichnet man wohl am besten als Spaltungen (IV, VIII), wieder andere sind direkt als Verdoppelung zu bezeichnen (XXIII, XXV); beide Teile sind dann mit dem R. transversus verbunden; vielleicht ist (wie oben bemerkt) auch XII hierzu zu rechnen.

Auf XIII liegt eine freie Furche in der Verlängerung des R. lateralis. Dreimal fehlte der R. lateralis (VII, IX, XX); in solchen Fällen ist er durch das ventrale Ende des S. front. inf. verdrängt (VII) oder durch den S. frontomarginalis (IX, XX), der in diesem Falle einem R. lateralis sehr ähnlich ist. Dass zwischen beiden Furchen nicht immer eine scharfe Grenze zu ziehen ist, wurde bereits erwähnt, wie auch die Verbindung zwischen S. frontomarginalis und R. transversus (XXII).

Weinberg zählte die Anzahl longitudinaler Furchen; ich glaube diesem Verfahren keinen Wert beilegen zu dürfen, will seine Resultate mit den meinigen aber zu einer kleinen Tabelle vereinigen.

Anzahl Furchen.	Esten.	Letten.	Javanen.
Eine	5.5%	0	0
Zwei	44%	22%	36%
Drei	49.5%	46%	28%
Vier	—	30%	28%
Fünf	—	2%	4%
Sechs	—	—	4%

Nasal vom S. orbitalis sieht man den orbitalen Teil des S. fronto-orbitalis, der oben beschrieben worden ist; die queren Furchen zwischen S. fronto-orbitalis und S. orbitalis (VIII, IX, XI) fasse ich als losgesprengte Teile des erstgenannten Sulcus auf. Weiter zeigen sich noch auf der orbitalen Fläche Endzweige des S. front. inf. und häufig auch der Ramus descendens der Fissura lateralis (I, XVII, XX, XXI, XXIII).

Zu erwähnen wären noch kurze Furchen, welche aus dem S. circularis der Insel hervortreten und sich dem S. transversus nähern; sie sind immer vom Lobus temporalis bedeckt; sie wurden auch wohl als dritter vorderer Schenkel der Fissura lateralis bezeichnet (Eberstaller). Ich fand eine oder zwei solcher Furchen an 11 von 25 Hemispheren; sie kommen demnach bei Javanen häufiger vor als bei Europäern (Cunningham, Eberstaller, letzterer fand 22%); ich hebe im Gegensatz zu Cunningham hervor, dass sie an den Gehirnen fehlten, die nur einen Ramus anterior besitzen.

S. olfactorius.

Eberstaller hat diese Furche genauer beschrieben und wollen wir nun auch an Javanengehirnen nach den von ihm erwähnten Formen suchen.

Eberstaller zeigte zunächst, dass diese Furche in ihrem Verlauf kopfwärts meist medianwärts abweicht und sich dem Hemisphärenrande nähert; so fand auch ich es in der Regel, aber es kommen viele Ausnahmen vor; so bleibt auf einigen Hemispheren (II, III, VIII, IX, XV, XX, XXV) die Furche überall gleich weit vom Gehirnrande entfernt und auf anderen (I, VI) biegt das proximale Ende sogar lateralwärts um; nur einmal sah ich die Furche in den Gehirnrand einschneiden (V), was Eberstaller bei 20 % constatierte. Es kann die Furche weiter sehr verschiedene Länge zeigen; am längsten fand ich sie auf VII, IX, X, XII, XVI, XVIII, XX, XXI, XXIV, XXV. Am distalen Ende teilt sich die Furche in zwei Schenkel; den medianen fand ich stets kurz, der laterale verhält sich sehr verschieden; meist ist er nicht länger als der mediane (13 von 25); an anderen Gehirnen zeigt er einen nach vorn umgebogenen Hacken, der in die Pars orbitalis der unteren Stirnwindung einschneidet (IV, VIII, IX, XIV, XIX); selten erreicht er dabei die Grenzfurche der Insel (III); in anderen Fällen ist er so stark nach vorn verlängert, dass er dem R. transversus orbitalis sehr nahe treten kann (VI, XVI, XVIII, XXI); niemal sah ich ihn in diese Furche einschneiden, wie Eberstaller bei 14 % und Weinberg bei 4 % (Letten) fand. Einen stärker entwickelten lateralen Hacken fand ich demnach bei 10 von 25 Hemispheren (40 %), Eberstaller häufiger bei 64 %. Weiter erwähnt Eberstaller eine quere Kerbe kopfwärts vom S. olfactorius: „*S. praeolfactorius transversus*"; als selbstständige Furche sah ich diese nur siebenmal (III, V, VI, VIII, X, XIII, XXIII). Diese Furche kann nach Eberstaller und Retzius mit dem S. fronto-orbitalis oder dem S. orbitalis in Verbindung treten; ersteres sah ich einmal (XX), letzteres niemals; Weinberg fand nichts derartiges bei Esten. Wohl kann es bei Javanen vorkommen (II, XXII), dass der S. orbitalis sich um den S. olfactorius nach vorn krümmt, aber in den medianen Rand schneidet er dabei niemals ein; zum S. praeolfactorius transversus kann ich solche Bildungen nicht rechnen, ebensowenig die Formen wo der S. fronto-orbitalis oder losgesprengte Teile desselben (IX) medianwärts reichen. Ich fand einen S. praeolfactorius nur an 8 Hemispheren oder 32 %, Weinberg an 26 % seiner Letten, Eberstaller will ihn fast immer gefunden haben.

Die Furchen des hinteren Hirnteils.

Sulcus interparietalis ($l + e$), **Parietal und S. occipitalis transversus** [1]), **Paroccipital** (m).

Oben wurde bereits hervorgehoben, dass der S. interparietalis vergleichend-anatomisch betrachtet nicht vom S. retrocentralis inferior losgetrennt werden darf; dass beide beim Menschen so häufig getrennt sind, ist eine Eigentümlichkeit des Menschenhirns; zwar scheint die Furche auch bei Hylobates getrennt angelegt zu werden (DENIKER), aber bei erwachsenen Exemplaren wurde bisher eine trennende Brücke nicht beschrieben [2]). Bei der Beschreibung des Menschenhirns ist es bequemer beide Furchen als selbstständige Elemente zu betrachten, was von Alters her gebräuchlich ist; ich folgte dieser Gepflogenheit auch deshalb, weil ich alle radiäre Furchen zu einer Gruppe vereinigen wollte.

Betrachtet man nun den eigentlichen S. interparietalis, so kann man ihn beschreiben als einen sagittal gerichteten Sulcus, der aber nur sehr selten horizontal ist, denn er bildet einen dorsalwärts gekrümmten Bogen, dessen Gipfelpunkt stets nasalwärts von der vertikalen Ebene liegt, die man sich durch den S. parieto-occipitalis gelegt denken kann, und zwar fällt dieser Gipfelpunkt meist mit der Stelle zusammen, wo der Sulcus einen kurzen Zweig (e^1) zur Mantelkante schickt, welcher Zweig die vordere Grenze der die Fissura par. occip. umgürtenden Windung, den Arcus parieto-occipitalis bildet. Bei Affen nannte ich diese Windung Gyrus intercuneatus, welcher Name in der menschlichen Anatomie bereits anderweits vergeben ist. RETZIUS nannte sie Gyrus arcuatus posterior. Zuweilen kann allerdings die Kuppe des Bogens etwas weiter nasalwärts liegen und zwar dort, wo der Seitenzweig T in den Lobus parietalis superior eintritt. Letzteres ist unter anderen der Fall auf Hemisphere IV, welche ich in erster Linie bei den nach-

---

[1]) Über den Sulcus occipitalis transversus wurde so viel geschrieben, ihm wurden so viel verschiedene Nahmen beigelegt, dass ich um Verwirrungen zu vermeiden hervorhebe, dass ich mit diesem Namen dieselbe Furche andeute, welche von anderen Autoren S. occipitalis anterior, Fissura parieto-occipitalis lateralis s. S. intra-occipitalis s. Fissura perpendicularis externa genannt wurde.

[2]) Zwar behauptet SERGI, dass ZUCKERKANDL I solch eine trennende Brücke beschrieben habe, aber wenn ich ZUCKERKANDL recht verstehe, handelt es sich hier nur um eine häufig vorkommende Brücke, welche den S. retrocentralis superior loslöst, nicht um eine zwischen S. interparietalis und S. retrocentralis inferior. Denn der Gyrus zieht vom Lobus parietalis superior zum Gyrus postcentralis, nicht vom Lobus parietalis superior zum Lobus parietalis inferior, wie dem Menschen eigentümlich ist und wodurch beide Furchen vollständig voneinander losgelöst werden.

folgenden Betrachtungen berücksichtigen werde, da diese die mittleren Verhältnisse unserer Furche sehr scharf ausgeprägt zeigt. Auf dem ganzen Parietal- und Occipitallappen zeigen die Furchen bei Javanen so viele Zerklüftungen und so viele Nebenfurchen, dass es häufig schwer hält die in den Handbüchern beschriebenen Furchen zu finden; geht man aber von einem einfacher geformten Gehirn wie von einem Grundschema aus, dann wird es leichter um auch auf den anderen Hemispheren sich zurecht zu finden, wozu auch dienlich sein wird, dass ich die Furchen mit denselben Buchstaben bezeichnete, die auch in meiner Arbeit über die Variationen der Grosshirnfurchen der Affen verwendet wurden. Es zeigt der S. interparietalis ($l + e$) zunächst einen dorsalen und einen ventralen Zweig; der dorsale T steigt zur Mantelkante auf und begegnet dort häufig einer Furche K, welche von der medianen Fläche aufwärts steigt um in den Mantelrand einzuschneiden und dann noch ein Strecke weit auf dem Lobus parietalis superior hinabziehen kann (S. praecunei). Für obengenannten dorsalen Zweig fand ich bei SPITZKA den Namen Sulcus transparietalis, WEINBERG bezeichnet sie als „vordere Querfurche des oberen Scheitelläppchens"; bei RETZIUS gehört sie zu den Furchen, die dieser Autor unter dem Namen S. parietalis superior zusammenfasst; auch nennt er sie R. medialis primus. Die Furche K bezeichnet SPITZKA als Intraprecuneal, RETZIUS als S. praecunei.

Der ventrale Zweig fehlt auf IV; er ist sonst meist vorhanden und entspricht dem S. intermedius primus von EBERSTALLER; auch bei SPITZKA finde ich den Namen „intermedial", welche Bezeichnung übrigens von JENSEN herrühren soll. Es wurde dieser Zweig ebenso wie die anderen Ss. intermedii im Lobus parietalis inferior auf den Figuren mit V bezeichnet. Folgen wir nun der Furche caudalwärts, dann stossen wir auf einen zweiten dorsalen Zweig, den wir vorhin schon erwähnten, nämlich ZIEHEN's Spitzenfortzatz e^1 oder nach RETZIUS die Furche, welche den Gyrus arcuatus posterior nach vorn begrenzt; man kann sie auch R. medialis secundus nennen. Est ist dies vergleichend-anatomisch betrachtet eine sehr constante Furche, welche sich regelmässig an allen Affengehirnen nachweisen lässt, wo der Arcus parieto-occipitalis oberflächlich liegt. WEINBERG bezeichnet diese Furche als hintere Querfurche des oberen Scheitelläppchens und bei KARPLUS finde ich die Bezeichnung S. parietalis transversus, welche gewiss nicht empfehlenswert ist, da sie zu Verwechslungen mit dem T-Zweige Anlass giebt.

Der S. interparietalis endet dann bekanntlich bei Affen im S. occipitalis transversus, welchen ich wie früher mit m bezeichnet

habe. Es ist dies vielleicht die am heissesten umstrittene Furche des Gehirns, zumal manche Autoren (EBERSTALLER. W. med. Blätt. S. 548, so auch noch CUNNINGHAM) sie als Affenspalte bezeichnen, welche Auffassung auf einer ganz unrichtigen Schätzung der Affenspalte beruht [1]). Seit nun der Begriff Affenspalte durch die fast gleichzeitig erschienen Arbeiten von ZUCKERKANDL und mir schärfer definiert wurde, dürfte die Auffassung, welche *m* als eine besondere Furche betrachtet (unterschieden vom S. interparietalis), wohl kaum mehr auf Widerspruch stossen. Bemerkenswert ist, dass während der S. interparietalis sich beim Menschen vom S. retrocentralis loszulösen sucht, er mit dem S. occipitalis transversus weit innigere Beziehungen anstrebt oder erreicht hat als bei Affen. Will man die *m*-Furche der Affen beim Menschen aufsuchen, dann muss man sich zunächst darüber einigen, was man unter S. occipitalis transversus (*m*-Furche) verstanden wissen will [2]); kurz gefasst ist dies eine fast senkrechte Furche, welche vom Mantelrande caudalwärts von der Incisura parieto-occipitalis ausgeht und ventralwärts zieht, bis nahe an den S. occipitalis lateralis (*b*). Besonders ist zu beachten, dass sie vollständig caudal von der Fissura parieto-occipitalis und vom Sulcus temporalis superior u. medius liegen soll; durch nicht Beachtung dieser Regel wurde zuweilen ein ventraler Seitenzweig des S. interparietalis (*l* + *e*), welcher in der Verlängerung der Fissur *w* ventralwärts zieht, mit genannter Occipitalfurche verwechselt. Dieser Seitenzweig gehört zu den Ss. intermedii des unteren Scheitellappens und tritt häufig mit den Endzweigen des S. temporalis superior (*a*) in Berührung; er findet sich häufig (III, V, VII, VIII, IX, X, XIV, XV, XVI, XIX, XX); EBERSTALLER nannte ihn Sulcus intermedius secundus, MEYNERT hatte ihn als S. occipitalis externus bezeichnet und so mit *m* verwechselt [3]). Wir hätten denmach zwei dorsale und zwei ventrale Zweige des S. interparietalis, und da letztgenannter Zweig ebenso wie der erstgenannte ventrale Ast zu den intermedialen Furchen gehört, so wurde er ebenso wie diese mit *V* bezeichnet; es giebt eben viele intermediale Furchen, die das eine Mal mit dem S. interparietalis vereinigt sind, das andere Mal selbstständig auftreten. Kehren wir

---

[1]) Da ZIEHEN die Affenspalte als intra-occipitalis bezeichnete, so möge man ZUCKERKANDL's Zurückweisung (I, S. 487) beachten, welcher ich mich durchaus anschliessen möchte, obgleich ich sonst der Auffassung bin, dass Grenzenbestimmungen der Lappen ziemlich unnütz sind.

[2]) Es deckt sich meine Homologisierung dieser Furche übrigens mit den Auffassungen EBERSTALLER's.

[3]) Vergleiche ZUCKERKANDL III, S. 31—32.

nun zum S. occipitalis transversus zurück, dann möchte ich noch bemerken, dass dieser stets leicht festzulegen ist wenn man beachtet, dass sein dorsaler Teil m^1 (der Teil oberhalb der Schnittstelle mit dem S. interparietalis) die hintere Begrenzung des Arcus parieto-occipitalis bilden soll; was nun caudal oder ventral in der Verlängerung dieses Furchenstücks liegt wäre ebenfalls S. occipitalis transversus zu bezeichnen. Auf Gehirnen wie IV wird niemand zweifeln, welche als S. occip. transv. zu bezeichnen sei, aber solch gut ausgebildeten, seinem Namen entsprechenden Sulcus findet man zwar häufig (I, IV, X, XI, XVI, XVII, XVIII, XXI, XXII, XXIII), aber doch nicht auf allen Gehirnen; so kann man bereits zweifeln auf I, wo m^1 und w zusammenfallen durch Versenkung des Arcus parieto-occipitalis; auch kann die Deutung schwierig sein wo m^1 verdoppelt scheint (V, XXI, XXII); weit schwieriger wird aber die Deutung dort, wo m stark caudalwärts abweicht und der Mantelkante entlang zieht (II, III, VII, XIV, XX, XXIV, XXV); dann steht m auch nicht mehr senkrecht auf dem S. interparietalis wie bei Affen. Retzius nennt solch einen Sulcus occipitalis „Sulcus occipitalis transversus"; er kommt bei Letten besonders häufig vor (54%), während ich ihn nur bei 28% gut ausgebildet fand. Zwischen diesen beiden Formen zeigen sich manche Zwischenformen, (V, VII, VIII), auch Verkümmerungen von m (XIX) oder Abspaltungen (VI, VIII, IX, XV); letztgenannten gehören jedoch alle mehr zur ersten Gruppe.

Nun hat dieses Abweichen zum Mantelrande, welches ich bei Zuckerkandl III nicht erwähnt finde, noch eine andere Folge, nämlich Verkleinerung des Lobus occipitalis, der in diesen Fällen, wenigstens wenn man Eberstaller's Definition folgt, fast ganz von der lateralen Fläche verschwindet. Denn nach Eberstaller soll der Lobus occipitalis abgegrenzt werden durch den S. occipitalis transversus (anterior) und durch eine künstliche horizontale Linie, welche das ventrale Ende von m mit der Incisura calcarina verbindet. Nun ist jede Abgrenzung auf dem Gehirn eine schematische, wie in diesem Fall besonders Zuckerkandl III (S. 68) zeigte, nach dessen Ausführung nur der dorsale Teil des S. occip. ant. s. transv. (m^1) in allen Fällen zur Begrenzung des Lobus occipitalis zu verwerten ist; denn der ventrale Teil (m) bildet häufig nicht die caudale Begrenzung der zweiten Übergangswindung (pli de passage), sondern der weiter caudal gelegene S. perp. extr. von Bischoff, der wohl meiner weiter unten zu erwähnenden μ-Furche entspricht; zuweilen fehlt jede Grenze. Ich kann noch hinzufügen, dass wenn m^1 durch zwei vom S. interparietalis ausgehende Zweige vertreten

wird, man auch durch m^1 die Grenze nicht genau bestimmen kann. Es giebt eben am Gehirn nirgends unveränderliche Grenze und es haben die Autoren der nur für eine Beschreibung nützlichen Einteilung in Lappen viel zu viel Wert beigemessen, da sie so viele Mühe daran verwendeten um die vordere Grenze des occipitalen Lappens zu bestimmen, wie aus folgendem noch weiter hervorgehen wird. Nehmen wir eine Hemisphere wie XIV zur Hand und verbinden auf dieser m^1 mit c, dann bleibt für den occipitalen Lappen nur ein schmaler Streifen am Mantelrande reserviert, welcher noch schmäler wird oder auf der lateralen Fläche fast ganz verschwindet auf den Gehirnen, wo die Calcarina nicht in die Mantelkante einschneidet. Aber es ist nicht nur die vordere Grenze schwierig zu bestimmen, sondern auch die ventrale, denn es soll nach EBERSTALLER die künstliche Linie, welche das ventrale Ende des S. occipt. transv. ($m + m^1$) mit der Calcarina verbindet, meist mit dem S. occipitalis lateralis zusammenfallen (b). Das ist auf XIV aber durchaus nicht der Fall; die b-Furche liegt vollständig kopfwärts von dieser Linie, und auch auf den Gehirnen, wo m nicht der Mantelkante folgt, sondern senkrecht auf dem S. interparietalis steht (I, IV, XVI, XVIII u. s. w.) liegt der S. occip. lat. immer nasal oder ventralwärts von dieser Linie; der Regel EBERSTALLER's folgen die Javanen nur Ausnahmsweise, etwa wie auf XXI und XXII.

Um einen Occipitallappen in Übereinstimmung mit EBERSTALLER's Schema zu erhalten muss 1° der S. occipitalis transversus immer senkrecht auf dem S. interparietalis stehen, 2° erstgenannter Sulcus weiter ventralwärts reichen als bei Javanen der Fall ist, etwa wie dies die Affen zeigen. Beantworteten wirklich die Europäer dem Schema EBERSTALLER's, dann würde hier ein bedeutender Unterschied zwischen ihnen und den Javanen vorliegen; bei letzteren lässt sich eigentlich nur dann ein Lobus occipitalis abgrenzen wenn man, einer älteren Definition folgend, diesen Lappen durch eine künstliche senkrechte Linie abgrenzt, welche man sich durch die Incisura parieto-occipitalis gelegt denkt. Nun ist meiner Meinung nach die Bestimmung eines solchen Lappens von so geringem Wert, dass ich keinen Anlass fühle um weiter auf diese Frage einzugehen, die mich nur insofern interessiert als ich meine Befunde bei Javanen mit denen anderer Autoren vergleichen möchte, und dann ist der Gedanke nicht zurückzuweisen, dass EBERSTALLER künstliche Unterschiede schuf durch zu weit gehenden Schematismus, etwa wie wir dies auch für seine Beschreibung des S. frontalis medius gezeigt haben. Auch die Europäer besitzen häufig den

nach hinten abweichenden S. occipitalis transversus (*m*), wie oben (nach RETZIUS und WEINBERG) bereits erwähnt wurde; auch zeichnete SCHWALBE (nach EBERSTALLER W. M. Bl.) bereits ein Furchenschema, auf dem der S. occipitalis ganz wie bei manchen Javanen nach hinten abweicht und RETZIUS erwähnt (S. 135), dass der S. occip. transv. „zuweilen durch eine starke Ausbildung des hinteren Armes des Gyrus parietalis arcuatus posterior, sowie durch eine oft vorkommende schiefe, nach hinten-aussen gelenkte Stellung des lateralen Astes der Furche selbst weit nach hinten verschoben ist." Es ist also fraglich ob hier wirklich ein Unterschied zwischen Europäern und Javanen vorliegt, und ich finde hier einen neuen Beweis für meine Behauptung, dass die Arbeiten der verschiedenen Autoren vergleichende Studien so wenig fördern, weil sie immer nur einen ganz geringen Bruchteil der untersuchten Gehirne abgebildet haben, sodass sich für alle diejenigen Formen oder Verhältnisse, deren Frequenzzahlen die Autoren nicht selbst angegeben haben, keine Procentsätze berechnen lassen, während die meisten noch dazu unter dem Einfluss eines selbstgebildeten oder übernommenen Schemas stehen.

Übrigens kennt RETZIUS zwei Formen von nach hinten abweichendem Occipitalsulcus (S. 136). Einmal lässt er den S. interparietalis sich quer durch den S. transversus nach hinten fortsetzen (vergleiche meine Figur XXIV), in anderen Fällen weicht der laterale Ast des S. occipt. transv. nach aussen-hinten ab (II, III, VII, XIV, XX, XXV). Schliesslich hat die Bestimmung eines occipitalen Lappens noch insofern Wert, dass einige Autoren die Grösse dieses Lappens bei den verschiedenen Rassen oder den verschiedenen Primaten untereinander zu vergleichen wünschten; bei Affen und Anthropoiden stösst dies bereits auf manche Schwierigkeiten, da der S. occipitalis lateralis so sehr verschiedene Entfaltung zeigen, ja auf die ventrale Fläche abweichen kann; sowie man aber Mensch und Affe vergleicht, dann werden durch die schwankenden Grenzen dieses Lappens beim Menschen Vergleichungen fast unmöglich gemacht und mir scheint, dass man sich dann nur noch an die Incisura parietooccipitalis halten kann. Gleiches gilt bei Vergleichungen der Rassen, denn sowie bei einer von diesen der S. occipitalis sagittalis häufiger vorkommt oder die Fissura calcarina weniger oder seltner in den Mantelrand einschneidet, wird der Lobus occipitalis (nach EBERSTALLER bestimmt) bei solch einer Rasse weit kleiner sein, während ich doch bezweifeln möchte, dass darum auch die inneren Teile der occipitalen Region bei solch einer Rasse weniger ausgebildet sein möchten. Darum bin ich auch überzeugt, dass wir den Resultaten von CROCHLEY CLAPHAM (die ich im Zentralblatt 1898, S. 349 erwähnt fand) kein

Vertrauen entgegenbringen dürfen, da diesen zu Folge die niederen Rassen einen kleineren Occipitallappen zeigen sollen als die civilisierten Rassen, und dass unter diesen die geistig hochstehenden Männer den grössten Lappen zeigen. Ich kann dies auch schon darum nicht zugeben, weil der Occipitallappen bei Javanen ebenso vollständig und regelmässig das Kleinhirn bedeckt wie bei Europäern; auch behauptet CROCHLEY CLAPHAM gerade das entgegengesetzte als GRATIOLET, der nach EBERSTALLER (Wien. med. W. S. 581) der Meinung war, dass je höher organisiert in der Reihe der Primaten ein Glied dieser Kette sei, um so kleiner relativ auch sein Hinterhauptlappen ausfalle.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen der beiden Furchen können wir uns nun den Details zuwenden; dass der Sulcus häufig nicht mit dem S. retrocentralis verbunden ist, wurde oben bereits erwähnt. Finde ich beide Furchen getrennt durch die vordere Übergangswindung bei 32% der Javanen, so lassen sich dem entgegenstellen 24% der Letten, 50% der Esten, 26% der Schweden, 37,5% der Neger, 37.7 % der Irländer. Weiter soll hervorgehoben werden, dass des Sulcus gleich nach Abgabe des dorsalen Zweiges *T* häufig überbrückt ist, also die mittlere Übergangswindung zeigt. Meist ist diese Überbrückung keine rein transversale sondern eine schräge, sodass die beiden einander parallel sind, an einander vorüberziehen etwa wie Dachziegel; jede Überbrückung ist dann gleichzeitig eine Verdoppelung einer kürzeren oder längeren Strecke der Furche (III, V, VIII, X, XI, XII, XV, XIX, XX), wobei der trennende Gyrus auch ganz in der Tiefe liegen kann (I, XXIII, XXIV, XXV), sodass keine Verdoppelung folgt. Auch können sich doppelte Überbrückungen zeigen durch Trennung der Furche an anderen Stellen und zwar: 1° nach Abgabe von *T* und kurz vor der Abgabe von e^1 (XIII, XIV); nach EBERSTALLER (Wien. med. Bl.) kommt diese, die hintere Übergangswindung, stets vor: „unmittelbar vor diesem Aste ist die Interparietalfurche typisch unterbrochen"; bei Javanen ist sie Ausnahme. 2° kommen Unterbrechungen in dem nasal von *T* gelegenen Teil der Furche vor (XVII, XXV), jedesmal combiniert mit hinter *T* gelegenen Brücken; beide wären zu den mittleren Übergangswindungen EBERSTALLER's zu rechnen. 3° kommen Brücken vor, die in der Mitte zwischen *T* und e^1 liegen (XVII); beide Brücken von XVII liegen in der Tiefe. Einen einheitlichen Sulcus hätten wir demnach nur an acht Hemispheren (II, IV, VI VII, IX, XVI, XXI, XXII), eine Brücke an dreizehn Hemispheren und zwei an vier Hemispheren (XIII, XIV, XVII, XXV). Wir haben also einen einheitlichen Sulcus: Irländer 63.7 %, Schweden

52 %, Neger 38 % (5 : 13 PARKER), Javanen 32 %, Letten 28%, Esten 16.5 %. Hervorzuheben ist noch Hemisphere XVIII, wo sowohl der vordere wie der hintere Teil des Sulcus verdoppelt sind; vielleicht liegt auch auf XXII eine Verdoppelung vor durch einen ventralwärts gelegenen Sulcus und dann ohne Trennung. Verdoppelung mit Trennung kommt meist gleichzeitig vor; ich fand sie an 13 Hemispheren (52 %); auch EBERSTALLER (W. M. W., S. 611) nennt sie häufig, nur RETZIUS beobachtete dies selten (6 %); vielleicht hat er die geringeren Grade der Verdoppelung nicht mitgerechnet. Wir hätten nur noch die Brücke zwischen S. interparietalis und S. occipitalis transversus zu nennen; bei Affen regelmässig vorhanden, wenn auch in die Tiefe gedrängt, sind beide Furchen beim Menschen meist in offener Verbindung; bei Javanen fand ich die Brücke und zwar als Tiefengyrus nur auf XVII und XXII (8%), während sie bei Europäern nach BURT G. WILDER weit häufiger vorkommen soll [1]). Dem widersprechen übrigens die Resultate WEINBERG's der die beiden Furchen bei Esten stets vereinigt fand, auch bei Letten keine Trenning erwähnt, und bei EBERSTALLER finde ich, dass der S. interparietalis „tief unmittelbar und stets ohne trennende Brücke in das hintere Querstück (S. occipitalis anterior)" übergeht; vielleicht sind die abweichenden Resultate WILDER's durch eine andere Auffassung des Begriffs Tiefengyrus zu erklären.

Den R. medialis primus, den der S. interparietalis zur Mantelkante sendet, kann man bei Javanen regelmässig beobachten; er fehlte nur dreimal (XIV, XVIII, XX) kann lang (I, II, IV, X, XI, XII, XIII, XVI, XVII, XXI, XXIV) oder kurz sein (III, V, VI, IX, XV, XIX, XXII, XXV), zuweilen auch doppelt (VII, VIII, XXIII); zuweilen ist er verzweigt oder gegabelt; auf II ist dieser Zweig nach hinten verschoben. Wenn RETZIUS ihn nur an 23 % seiner Hemispheren mit dem S. interparietalis vereinigt fand, dann ist dies wohl so zu verstehen, dass er ganz kurze Zweige nicht mitrechnete. Unter dem Namen S. parietalis superior rechnete er verschiedene Furchen, auf welche ich unten zurückkommen werde; übrigens fand WEINBERG diesen Zweig bei Esten auch nur an 60.5 % und fast in der Hälfte

---

[1]) Hierüber handelt eine Arbeit von BURT. G. WILDER, die mir leider nicht zugängig war, über welche sich aber ein Referat im Zentralbblatt für Anthr. 1897, S. 218 findet. Diesem entnehme ich, dass die beiden Furchen, die bei Javanen fast immer (92%) Continuität zeigen, bei normalen Europäern nur in 38 % verbunden sind, und zwar bei moralischen und gut erzogenen Personen 25 %, bei Ignoranten und Ungelehrigen 34.8 %, bei Geisteskranken 35 %, bei Mördern 75 %, Negern 67%; auf dieser Stufenleiter würden leider die Javanen noch unter den Negern und Mördern stehen. WILDER's Arbeit beruht auf viel zu kleinen Mitteln; ich erwähne sie hier nur als Curiosum.

der Fälle verdoppelt; von den Letten bemerkt WEINBERG „ganz vermisst aber wird sie wie gesagt fast niemals"; er rechnet dann aber wie RETZIUS auch die freien transversalen Nebenfurchen des Lobus parietalis superior zu diesem Zweig und nennt ihn vordere Querfurche des oberen Scheitelläppchens; die hintere Querfurche WEINBERG's, R. medialis secundus ist dann der Spitzenfortsatz e^1, der zuerst durch EBERSTALLER (Wien. med. Bl.) erwähnt wurde, der ihn einen constanten Ast nennt; er fehlte denn auch niemals bei Javanen; wenn WEINBERG ihn nur an 11 von 18 Hemispheren der Esten fand, dann ist dies entweder eine seltne Abweichung oder ein Irrtum. Stets ist dieser Seitenzweig bei Javanen wohl ausgebildet, in die Länge gedehnt oft bis an den Mantelrand reichend (V, IX, X, XVI, XVII, XXII, XXIV), als kurz ist er nur fünfmal zu bezeichnen (I, VI, XI, XII, XXV). Zuweilen ist er stark verzweigt (III, IX, XV, XVI, XX, XXI, XXIV), seltner verdoppelt (XVIII). Zum Teil verdoppelt oder auch gespalten zeigen ihn andere Hemispheren (XIX, XXI).

Für die ventralen Zweige ist zu bemerken, dass manche Autoren sie zu den Sulci intermedii rechnen, dass heisst zu denjenigen freien Furchen, welche neben und zwischen der Fissura lateralis und den Sulci temporales den Lobus parietalis inferior durchqueren und um so häufiger auftreten, je breiter diese Gehirnpartie entfaltet ist. Nun ist es ziemlich dasselbe, ob man von einem ventralen Zweige des S. interparietalis spricht oder von einem S. intermedius, der sich mit dem S. interparietalis verbunden hat. Auch ich werde alle diese Furchen Ss. intermedii nennen, von denen aber einige gleichzeitig Zweige des S. interparietalis sind und diese hätten wir hier zu beachten. Man findet solche Zweige entweder am horizontalen vorderen Teil etwa unterhalb des dorsalen Zweiges *T*, oder seltner unterhalb e^1 oder unterhalb der Incisura parieto-occipitalis. Erstgenannte Furche fehlt selten vollständig (IV); übrigens ist sie häufig sehr kurz; stark ausgebildet fand ich ihn elfmal (III, V, VII, VIII, X, XI, XVII, XIX, XXI, XXIV, XXV). Zuweilen können sich auch zwei Zweige zeigen (z. B. X, XXIII).

Es können diese ventralen Zweige in oberflächliche Verbindung treten mit freien Sulci intermedii, wodurch sie stark ventralwärts verlängert werden (XVI, XXIII) oder auch zeigen sie ähnliche oberflächliche Verbindungen mit den Endzweigen des S. temp. sup. (II, III, XIX, XXI), selten offene Verbindung (VII); übrigens ist zuweilen schwierig zu entscheiden, ob ein S. intermedius oder ein losgetrennter Endast von *a* vorliegt (X, XII, XIV, XVII); solch ein Sulcus tritt auf X und XII oberflächlich in den S. interparietalis

ein und steht auf XVII mit diesem Sulcus in offener Verbindung. Auf XX wird der Endzweig a^2 nur durch einen Tiefengyrus von l getrennt. Der andere unterhalb e^1 gelegene Endzweig zeigt sich auf VIII, XV, XXI und der unter der Fissura parieto-occipitalis gelegene auf III, V, VII, IX, X, XII, XIV, XV, XVI, XVII, XIX, XX, also zwölfmal, obgleich zuweilen nur ganz kurz; übrigens ist die Grenze zwischen beiden Zweigen nicht immer scharf zu ziehen.

Nach WEINBERG's Einteilung hätten wir:

1 ventralen Ast	:	zehnmal.
2 ventrale Äste	:	zwölfmal.
Mehrere „ „	:	zweimal.
Unverästelt	:	einmal.

Dass ich nur dort von Ästen spreche, wo eine direkte Continuität vorliegt, verdient wohl hervorgehoben zu werden, da, wie ich glaube, die Tiefengyri nicht von allen Autoren genügend beachtet werden. Trotz dieser Einschränkung fand ich weit mehr Seitenzweige als WEINBERG bei Esten.

Die hintere Querfurche des oberen Scheitelläppchens e^1 bildet die vordere Grenze des Arcus parieto-occipitalis [1]) und der mediane Teil m^1 des S. occip. transv. bildet die hintere; beide bilden mit dem Stamm des S. interparietalis einen Halbkreis um die Incisura parieto-occipitalis. (Compensatorische Querfurche nach RETZIUS). Es ist merkwürdig, wie verschiedene Formen diesen Gyrus zeigen kann; er kann sehr breit (III, V, VII, VIII, XXIV) aber auch schmal (I, II, IV, XI, XIV, XVII, XX, XXII, XXV) sein; die Höhe ist abhängig von der Annährung des S. interparietalis an den Mantelrand; so ist der Lappen niedrig auf I, VI, XI, XV, XXII, hoch auf IV, XIII, XVI, XVIII, XXI; am kleinsten ist er auf XXV, und auf I wird er so schmal, weil m^1 in w fällt.

Die Furche m^1 ist immer wohl ausgebildet und nähert sich der

---

[1]) Es herrscht hier leider die grösste Verwirrung in den Namen. Gyrus parieto-occipitalis nennt ihn WEINBERG, während RETZIUS ihn Gyrus arcuatus parietalis posterior nennt; erstgenannten Namen benutzt RETZIUS dann für den zwischen den Armen des S. parieto-occipitalis gelegenen Lappen der medianen Fläche. Ich nannte den Gyrus früher Gyrus intercuneatus, aber dieser Name wurde dann durch CUNNINGHAM für einen Gyrus in der Fiss. par. occip. angewandt. ZUCKERKANDL spricht stets von erster Übergangswindung, aber seit EBERSTALLER kennt man an vielen Furchen 1^{te}, 2^{te}, u. s. w. Übergangswindungen. Ich möchte durch neue Namen nicht weitere Verwirrung stiften und werde deshalb zwischen einem Arcus parieto-occipitalis (laterale Fläche) und einem gleichnamigen Lobulus unterscheiden.

grossen Längsspalte des Gehirns, in welche sie auch einschneiden kann um auf die mediale Fläche zu treten (IV, V, X, XXII), auf welcher sie zuweilen eine lange Strecke hinabziehen kann (XII, XIX, XXIII, XXIV). Als kurz war sie nur zweimal zu bezeichnen (XIV, XXV), gespalten oder überbrückt fand ich sie selten (VII); von *m* kann m^1 losgetrennt sein (VIII). Auf XIII, XXI, XXII scheint m^1 doppelt zu sein oder es hat der S. interparietalis auf XIII, XXI, XXII einen den anderen Hemispheren fehlenden dorsalen Endzweig, der die hintere Grenze des Gyrus parieto-occipitalis bildet; einen ähnlichen, aber losgelösten Zweig zeigt V.

Verzweigt oder mit einer Endgabel zeigt sich m^1 öfter, nämlich an 9 der 25 Hemispheren. Auch bei Esten kann m^1 zuweilen in den Gehirnrand einschneiden (2 : 18) oder abgesprengt sein (1 : 18); ja er kann sogar fehlen (2 : 18).

Wenn der hintere Tiel des Arcus parieto-occipitalis in die Tiefe gedrängt wird, dann fällt m^1 wie bei Affen in die hierdurch entstehende Grube (Affenspalte) und fliesst scheinbar mit *w* zusammen; solche eine Bildung scheint mir eingeleitet auf XIII und XXII und weiter fortgeschritten auf XXV, wo die Spitze des Arcus durch den Lobus parietalis inferior operculisiert wird; am weistesten auf I, wo der ganze hintere Teil des Arcus in die Tiefe versenkt wurde. Denken wir uns diesen Prozess weiter fortgeschritten und auch den vorderen Teil des Arcus in die Tiefe gedrängt und so auch e^1 von der Oberfläche verschwunden (Berührungen zwischen e^1 und *w* sollen nach Eberstaller W. M. B., S. 550 häufig vorkommen), dann hätten wir eine vollständige Affenspalte. Ich kann hier auf den Begriff „Affenspalte" nicht näher eingehen und muss für diesen auf meine Arbeit „Die Variationen an den Grosshirnfurchen der Affen" verweisen. Fast gleichzeitig mit dieser erschienen die Studien von Zuckerkandl (Zeitsch. f. Morph. u. Anthr. 1902, S. 475) und Karplus [1]). Die Ansichten dieser Autoren sind den meinigen insofern ähnlich, dass alle im Gegensatz zu Eberstaller zu der Erkenntnis gelangten, dass keine der normalen Furchen des Menschen-

---

[1]) Zuckerkandl: Zur Morphologie des Affengehirns. Zeitschrift für Morph. und Anthropologie, Bd. IV. S. 475, 1902. Derselbe: Zur vergleichenden Anatomie des Hinterhauptlappens. Arbeiten neurolog Institut Wien H. X. S. 71. 1904. Karplus: Ueber ein Australiergehirn. Arbeiten aus dem neurolog. Institut Wien, H. IX. 1902. Zu ihnen ist auch Bolk zu rechnen, dessen kurze hierauf schlagende Bemerkung früher von mir übersehen wurde (Petrus Camper D. I Afl. 1. S. 66, 1901). Meine Deutung der Affenspalte wurde übrigens von dem Referenten in dem Bericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems 1903—1904 von Edinger und Wallenberg in ganz unrichtiger Weise wiedergegeben.

hirns als Homologon der Affenspalte anzusehen sei (CUNNINGHAM). Wenn KARPLUS hingegen behauptet, dass ein Gehirn mit einer Affenspalte niedriger organisiert sei, dann muss ich dem aus in der früheren Arbeit angegeben Gründen entgegentreten; weiter weicht KARPLUS ganz von meinen Anschauungen ab, wenn er seinem Australiergehirn die teilweise Entwicklung einer Affenspalte zuschreibt. Das von ihm beschriebene Operculum beruht auf der Entwicklung eines abnormalen S. occipitalis lateralis, welche Bildung mit einer Affenspalte nichts auszustehen hat; es liegt hier nur eine der am Occipitallappen sich häufig zeigenden Operculisierungen vor, die man (auch nach RETZIUS S. 136) nicht mit der Affenspalte homologisieren soll. Tatsächlich schliesst KARPLUS sich hierdurch an die Auffassung von ELLIOT SMITH an [1]), dessen S. lunatus dem mit *op* bezeichneten Rande der Figur I von KARPLUS entspricht. Ich komme auf diese Verhältnisse beim S. occipit. später zurück; ich vermute, dass KARPLUS und ELLIOT SMITH, wenn sie die grundlegende Arbeit von KÜKENTHAL und ZIEHEN genauer studiert oder verwerkt hätten, nicht zu solcher Homologisierung übergegangen sein würden. Gegen ZUCKERKANDL's Arbeit S. 62 [2]) hätte ich besonders einzuwenden, dass der S. occip. transv. (S. occip. ant.) nicht von dem Bodenteil der Fossa parieto-occipitalis abstammt, sondern der *m*-Furche der Affen entspricht, die allerdings öfter zum Teil in diese Fossa versenkt ist, aber doch stets bei den Affen der alten Welt als selbstständige Furche nachgewiesen werden kann. Die Affenspalte selbst ist sie natürlich nicht, darin stimmen wir überein. Weiter schliesst sich ZUCKERKANDL an KARPLUS an, was ich bedaure, denn ich meine, dass wenn diese Autoren die Consequenz ihrer Deutung ziehen, dann müssen sie den Rand des S. occipitalis lateralis des Menschen mit dem hinteren Rande der Affenspalte der Affen homologisieren und dagegen streiten doch die beim Menschen am häufigsten beobachteten Formen des Sulcus.

Unterschiede zwischen ZUCKERKANDL's und meinen Anschauungen dürften sich zum Teil dadurch erklären, dass ich immer nur die Affen der alten Welt beachtete, ZUCKERKANDL III sich besonders von den Formen bei denen der neuen Welt beeinflussen liess, während ich sie ganz bei diesen Betrachtungen ausschalten möchte.

Besonders beachtenswert ist übrigens in ZUCKERKANDL's Arbeiten (I u. III) das genaue Beachten der Übergangswindungen und deren Umbildungen, je nachdem diese an der Oberfläche liegen oder nicht

---

[1]) Anat. Anz. Bd. XXIV, 1903.

[2]) Arbeiten aus dem neurolog. Institute der Wiener Universität, X Heft, 1904.

und der Nachweis, wie meist nur die erste Übergangswindung zu Tage tritt und dann ein kurzer lateraler Teil der aufgelösten Affenspalte erhalten bleibt. Ich bedaure, dass ZUCKERKANDL meine 1903 erschienene Arbeit auch in seinen neusten von 1904 (ZUCKERKANDL III) und 1905 [1]) datierenden Arbeiten bei Behandelung der Affenspalte unbeachtet liess, trotzdem diese in derselben Zeitschrift erschien, durch welche ZUCKERKANDL mehrmals Arbeiten herausgab und trotzdem ihm die Arbeiten von SERGI und ELLIOT SMITH bekannt waren, welche meine Arbeit so häufig erwähnen. Die Zusammenstellung der oft gleichen, oft sich deckenden und an anderen Stellen voneinander abweichenden Auffassungen wird künftigen Arbeiten zu überlassen sein; hier kann ich um nicht zu weit von meinem Thema abzuweichen, nicht darauf eingehen. In einer Hinsicht ist bereits Übereinstimmung erzielt: hatte ZUCKERKANDL 1902 die an der Oberfläche liegende erste Übergangswindung (Gyrus parieto-occipitalis) als eine secundäre Bildung bezeichnet, während ich sie in meiner in demselben Jahre geschriebenen Arbeit als primär hinstellte, so hat ZUCKERKANDL in seiner 1905 erschienen Arbeit (S. 212) auch diese Bildung anders aufgefasst, seinen Standpunkt von 1902 also verlassen. Und doch ist dies zur Beurteilung der sogenannten Affenähnlichkeiten beim Menschen nicht unwichtig. In einem folgenden Teil dieser Arbeit hoffe ich übrigens auf die Umwandelungen der Übergangswindungen näher eingehen zu können.

Es wäre nun nur noch *m*, das laterale Ende des S. occip. transv. zu betrachten; die beiden Hauptformen wurden oben bereits erwähnt; ich will hier nur noch hinzufügen, dass *m* und m^1 beim Menschen selten in einer ungefähr graden und senkrechten Linie liegen wie bei Affen, sondern *m* häufig lateralwärts abweicht, sodass man viele Übergänge zwischen beiden Formen findet. So kann man auf XIII zweifeln, ob hier ein doppeltes m^1 vorliegt, wie meine Figurenbezeichnung angiebt oder ein doppeltes *m*; in letzterem Falle hätten wir beide Formen von *m* an einem Gehirn; beide Formen findet man auch auf II, wo der hintere Teil von *m* abgespalten ist. Auch XV liesse sich hier nennen; zwar bezeichnete ich die dem Mantelrande folgende Furche mit *pm* (S. occipitoparamesialis), aber sie könnte auch als R. sagittalis zu *m* gehören und es fragt sich, ob der R. sagittalis nicht auf einer Verbindung mit *pm* beruht. Verdoppelungen von *m* fand ich mehrmals bei Affen und darum fiel es mir auf, dass auch Hemisphere I eine Verdoppelung zeigt (sogar eine zwei-

[1]) ZUCKERKANDL: Über die Affenspalte und das Operculum occipitale des menschlichen Gehirns (Arbeiten aus dem neurologischen Institute in Wien, Bd. XII). In dieser Arbeit setzt der Autor seinen Standpunkt, ELLIOT SMITH gegenüber, auseinander.

fache), deren ventrales Ende den S. occipitalis lateralis berührt. Wenn die Abbildungen des Menschenhirns den S. occipt. transv. meist senkrecht zum S. occip. later zeigen und ersteren sehr nahe an letzteren herantreten lassen, sogar bis zur Berührung, dann ist hervorzuheben, dass dies natürlich für alle die Hemispheren nicht zutrifft, wo der S. occip. trans. zum S. occip. sagittalis wird; aber auch auf den anderen Gehirnen bleiben bei Javanen die beiden Furchen meist durch eine breite Windung getrennt. Der Beschreibung Eberstaller's ähnlich, in Bezug auf die Annährung beider Furchen, sind wohl nur X, XV, XXII oder XVII, XXI, XXV; bei den letsten drei treten beide Furchen in offner Verbindung miteinander.

Es liegen hier wohl Rassenunterschiede vor, denn auch bei einem Drittel der Esten treten die Furchen einander nach Weinberg sehr nahe (33 %); Vereinigung fand er einmal (1 : 18 oder 5.5 %) und von den Letten zeigten 34 % eine oberflächliche oder tiefe Vereinigung der Furchen, was den 38.5% der Esten entsprechen würde. Javanen zeigen dies nur bei 16 % (4 : 25), Oesterreicher nach Eberstaller bei 20 %. Vereinigungen mit anderen Furchen ausser mit dem S. retrocentralis und S. occipitalis transversus zeigt der S. interparietalis selten bei Javanen. Oberflächliche Vereinigungen mit den Endzweigen des S. temporalis wurden oben erwähnt; eine offene Verbindung zwischen dem S. interp. und einem mit dem S. temp. verbundenen Endzweig wurde nur auf VII beobachtet. Oberflächliche Verbindungen mit der Fissura parieto-occipitalis zeigt VI, offne Verbindung nur XVII. Inwieweit Retzius über *offene* Verbindungen handelt, wenn er Vereinigung des S. interp. mit dem S. temp. sup. bei 19 % und mit dem S. temp. med. bei 6 % constatierte, blieb mir unbekannt; Weinberg hat sie bei Esten nicht gefunden; für die oberflächliche Verbindung mit dem S. temp. sup. erwähnt er den trennenden Gyrus ausdrücklich und ich glauber diesen auch für die beiden Verbindungen mit dem S. temp. med. annehmen zu dürfen („2mal schneidet er in die Parietalfurche durch und drückt somit die Kuppe des Gyrus parietalis posterior in diese Furche hinein"). Weinberg fand eine Vereinigung zwischen *l* und *w*, aber auch diese war nicht tief.

Die Furchen oberhalb des Sulcus interparietalis.

In diesem Lobus zeigen sich: 1°. der hintere Zweig der Endgabel des S. retrocentralis superior, der bei 20 der 25 Hemispheren stark entwickelt ist; die Details wurden oben bereits erwähnt. 2°. der

Ramus medialis primus oder *T*-Zweig des S. interparietalis, der wenn auch häufig reduciert, nur dreimal fehlte (sich oben). 3°. Eine freie transversale Furche, S. parietalis superior transversus, welche nur an zehn Gehirnen (VI, VIII, XI, XIII, XIV, XX, XIX, XXI, XXV, XXIV) deutlich entwickelt war, auf einer von diesen (XXI) dazu sehr schwach ausgebildet; sie schneidet oft mehr oder weniger in den Mantelrand ein (VIII, XI, XIV, XIX, XX, XXIV); da nun die *K*-furche auch häufig einschneidet, so giebt es Fälle, wo man zweifelt ob der S. parietalis transversus oder die *K*-Furche vorliegt, besonders wenn letztere von ihrem sagittalen Basalstück losgetrennt ist (IV, V, XII, XVI, XVII); will man diese alle zum S. pariet. sup. transv. rechnen, dann würde er an fünfzehn statt zehn Hemispheren nachgewiesen sein. Zersprengt ist sie auf XX; auf XIX und XXIV ist der S. pariet. sup. transv. wohl mit dem R. medialis primus vereinigt; auf XXV finden sich zwei solcher Furchen. Es können sich, wenn die Furche fehlt, im Lobus kleine Furchenstücke zeigen, von denen sich nicht nachweisen lässt wohin sie zu rechnen sind (II, VII, XV, XVI, XVIII, XXII). Retzius bemerkte (S. 127), dass er diese selbstständige Furche fasst immer demonstrieren konnte. 4°. Ein transversaler Sulcus der medianen Fläche, welcher wie vorn der S. inflectus auf die laterale Fläche hinübertritt und so in den Lobus parietalis superior einschneidet; er gehört zum System des Sulcus subparietalis s. praecunei, warum er auch mit *K* bezeichnet wurde. Er fehlt auf der medialen Fläche niemals, erreicht aber nicht immer die laterale Fläche (IX, XIII, XIV, XX, XXII, XXIII); auf allen anderen Gehirnen zeigt er sich stets auf der lateralen Fläche. Mit dem S. subparietalis verbunden zeigte sich diese auf die laterale Fläche tretende *K*-Furche auf I, VIII, X, XVIII, XIX, XXI, XXV. Selten zeigen sich zwei transversale Furchen des Praecuneus auf der lateralen Fläche (VI, VIII, XIX). Dass man häufig im Zweifel sein kann, ob diese Furche oder die unter 3°. genannte vorliegt, wurde erwähnt. In seltenen Fällen ist die transversale *K*-furche mit dem S. cinguli als dessen einer Endast vereinigt (XV, ähnlich XXI). 5°. Sehr selten zeigt sich im Lobus parietalis superior eine lange sagittale Furche (I, XXIII), wie Ziehen und ich sie öfter bei Affen feststellten und mit *W* bezeichneten, und eben weil diese beim Menschen so selten ist, möchte ich annehmen, dass sie bei diesen durch den hinteren Gabelast des S. retroc. sup. vertreten wird, der häufig eine schräge, zuweilen auch fast sagittale Richtung zeigt.

Zur Vergleichung mit den Angaben von Retzius (S. 120 und 164) wäre zu bemerken, dass Retzius im Lobus parietalis superior

nur eine Furche hervorhebt, den S. parietalis superior transversus, den er meist in die Mantelkante einschneidend fand. Soweit es sich hier um eine selbstständige Furche handelt, kann sie nur mit der sub 3 genannten Furche verglichen werden, welche ich jedoch nur an zehn Hemispheren fand. Da RETZIUS sie regelmässig beobachtete, so könnte man daraus auf einen Unterschied zwischen Schweden und Javanen schliessen. Auf Seite 164 findet er sie aber nur an 58 % selbstständig, was von meinen 40 % nicht so weit abweicht. Aus der weiteren Beschreibung der Furche bei RETZIUS geht aber hervor, dass er diese Furche zwar meist selbstständig fand, in anderen Fällen war sie aber mit dem S. praecunei (13 %) oder mit dem S. interparietalis proprius (23 %) oder dem S. postcentralis superior (6 %) vereinigt. Daraus, sowie aus den Abbildungen von RETZIUS geht hervor, dass er die von mir in vier Gruppen gesonderten Furchen alle in diesen einen S. pariet. sup. vereinigte. Ist der eine Endzweig des S. retroc. sup. stark verlängert, so schreibt er dies einer Verbindung mit dem S. part. sup. zu; hat der S. interp. prop. einen R. medialis primus, dann wird dieser ebenfalls dem S. part. sup. zugeschrieben, den er auch zuweilen mit dem S. praecunei vereinigt fand; ich fand keinen Anlass solche Verbindungen anzunehmen, wenn ich auch zugebe, dass zwischen beiden Furchen nicht immer eine scharfe Grenze zu ziehen ist. Je nachdem der längere Teil der Furche auf der medialen oder lateralen Fläche liegt, würde ich sie zum S. praecunei oder zum S. parietalis superior transversus rechnen. Jedenfalls ist bei solch summarischer Beschreibung, wie bei RETZIUS und WEINBERG (Letten S. 81), Vergleichung mit anderen Gehirnserien einfach unmöglich.

Furchen unterhalb des Sulcus interparietalis.

Dieser Lappen wird von vielen Furchen durchzogen und zwar in erster Linie vom Endzweige der Fissura lateralis, welcher allerdings zuweilen (I, V, XIX, XX, XXIII) sehr kurz sein kann, oder kaum aufwärts steigt, oder auch fast fehlt (VI, XV, XVI).

Es tritt die Fiss. lateralis meist nasalwärts gekrümmt nahe an den S. interpar. heran und zwar ist ihr Endzweig meist in der Ecke zu finden, wo der S. interp. sich mit dem S. retrocentr. vereinigt (II, III, VII, VIII, IX, XIV) oder er zieht kopfwärts gekrümmt in der Richtung zum ventralen Teil des S. retrocentralis (X, XII, XIII). Verbindungen mit einer dieser Furchen habe ich niemals beobachtet. Zuweilen (XI, XVII, XXI, XXIV) ist der lange Ramus

posterior ascendens der Fissur nicht nasalwärts gekrümmt und endet etwa unterhalb der Mitte des S. interparietalis; ist der R. anterior kurz, dann fehlt die Krümmung häufiger (IV, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIII, XXV).

Dass zwischen S. retroc. inf. und Fissura lateralis noch Furchen liegen können, wurde bereits erwähnt. Auf die Fissura lateralis folgt caudalwärts der ventrale Zweig des S. interparietalis, der S. intermedius primus, der ebenfalls schon beschrieben wurde. Es folgen nun die Endzweige des S. temporalis sup. a^2 und a^1; von diesen ist bemerkenswert, dass der S. temp. sup. sowie er die Höhe des Punktes erreicht hat, wo die Fissura lateralis sich in ihre Endzweige spaltet oder nachdem er selbst den Zweige a^3 abgegeben hat, fächerförmig auseinander fällt, sodass der vordere Strahl etwas nach vorn gerichtet ist, zuweilen sich um den Ram. post. ascendens der Fissura lateralis krümmt, der oder die mittleren schräg aufwärts steigen, die hinteren caudalwarts abweichen. Zuweilen sieht man nur einen Endstrahl von *a*, zuweilen vier oder fünf. Diese werden weiter unten näher beschrieben werden. Zwischen den genannten Furchen liegen nun die bereits erwähnten ventralen Zweige des S. interparietalis und die Ss. intermedii in der verschiedensten Anordnung. Ich habe oben bereits hervorgehoben, dass sich eine scharfe Grenze zwischen Ss. intermedii, Rami ventrales Sulci interparietalis und den Endzweigen des S. temporalis nicht ziehen lässt. Lassen sich erstere insofern abgrenzen, dass ich für sie eine offene Verbindung mit dem S. interparietalis forderte, so musste ich anderseits zugeben, dass man nicht von jedem Endast des S. temporalis fordern könne, dass er in offner Verbindung mit dieser Furche sei, denn es finden sich an *a* angeschlossen so manche nur oberflächlich verbundene Endzweige, dass ich sie nicht von *a* zu trennen wagte, sondern als losgelöste Endzweige dieser Furche beschrieb. Hier kann man natürlich verschiedener Meinung sein, aber eine für alle Fälle genügende Einteilung wird Niemand geben können. Was mir zu *a* zu gehören schien, ist in den Figuren mit diesem Buchstaben angedeutet; alle anderen rechne ich zu den Ss. intermedii, die, wie die ventralen Zweige des S. interparietalis, mit *V* bezeichnet wurden. Nirgends ist am Hirn die Ausbildung von imitatorischen Parallelfurchen oder Verdoppelungen (in der Einleitung erwähnt) so weit ausgebildet wie hier; es ist also das Menschenhirn nicht im Stande war eigne Furchen auszubilden, sondern auch dort, wo gewaltige Breitenzunahme neue Fultungen erwünscht erscheinen liessen (und wo ist die Breitenzunahme wohl grösser als am Parietalhirn?), hier nicht wirklich neue oder eigene

Furchen sich ausbildeten, sondern nur Parallelbildungen zu den bereits existierenden Furchen. Eben diese Tatsache, dass bei starker Windungs- und Furchenzunahme stets der Grundplan erhalten bleibt, auch die Variationen niemals diesen Grundplan beeinflussen sondern innerhalb der von ihm gestellten Grenzen hin und her schwanken, legt die Vermutung nahe, dass der Grundplan die Folge physikalischer Notwendigkeiten ist, welche für alle Primaten dann die gleichen sein würden. Übrigens zeigen sich die vielen S. intermedii oder Zweige des S. temp. sup. bereits beim Orang-oetan und Chimpansee, wie die Abbildungen von ZUCKERKANDL III deutlich zeigen. WEINBERG hat am Parietalhirn und zwar im Gyrus parietalis posterior (Grenzgyrus zwischen Parietal- und Occipitalhirn) noch kleine Furchen erwähnt, welche bei Letten meist sagittal (longitudinal) gerichtet sind, also senkrecht auf dem S. occipitalis transversus (anterior) stehen; solche zeigen sich auch häufig bei Javanen (I, VI, VII, X, XIII, XVI, XVIII, XXII, XXIII, XXIV); sie leiten hinüber zu gleich gerichteten Furchen, welche unterhalb des S. occip. transv. liegen und zu den Verdoppelungen von *b* (S. occip. later.) zu rechnen sind; es sind also Parallelbildungen zu *b*, sowie die anderen Furchen des Lobus parietalis inferior Parallelbildungen zum S. temp. sup. oder zur Fissura lateralis sind.

In einzelnen Fällen passen sich die von WEINBERG erwähnten Furchen auch an obengenannte Fächerstrahlen von *a* an, von denen die hinteren sich wie erwähnt nach hinten umbeugen, bieden dann also Übergänge zwischen *a* und *b*, die bekanntlich unterhalb *b* sich am stärksten zeigen. Dort geht der a^3-Zweig aus, der *b* parallel verlaufen oder mit *b* verbunden sein kann; wie die Strahlen von *a* allmählich in *b* übergehen, zeigt z. B. Gehirn XII. Aus genannten Gründen ist es auch hier nicht möglich scharfe Grenzen zu ziehen und wenn ich oben nur zehn Gehirne nannte, wo sich die kurzen Furchen von WEINBERG zeigen, so könnte man mit ebenviel Recht ihre Existenz wohl für alle Gehirne annehmen, wenn auch zum Teil in *a* oder *b* enthalten oder doch von diesen nicht zu unterscheiden.

Die Furchen am occipitalen Pol.

Unter diesen sind in erster Linie zu nennen der *S. occipitalis lateralis*, *Exoccipital* (*b*), auch wohl S. occipitalis inferior oder S. occipitotemporalis inferior genannt und der *Sulcus occipitalis* (X).

Bildet der S. occipitalis transversus die vordere Grenze des Hinter-

hauptlappens, so soll der S. occipitalis lateralis nach EBERSTALLER dessen untere Grenze bilden, aber eine so schöne transversale ununterbrochene Linie, wie EBERSTALLER ihr giebt, zeigt die Furche doch nur selten. Sie verbindet sich in der verschiedensten Weise mit benachbarten occipitalen oder temporalen Furchen und dadurch entsteht am occipitalen Pol ein solches Furchengewirre, dass bisher keiner der Autoren in diesem eine Regelmässigkeit erblicken konnte [1]). Schrieb doch WALDEYER nach dem Erscheinen der grossen Arbeit von RETZIUS noch folgendes: „Es gelang RETZIUS ebensowenig wie seinen Vorgängern eine typische Anordnung der Furchen und Windungen am Hinterlappen des Grosshirns nachzuweisen; derselbe wird also noch bis auf weiteres die Crux der Hirnanatomie nach dieser Seite hinbleiben" [2]). Wenn ich mich trotzdem daran wage dieses Räthsel zu lösen, welches auch mir erst einem unentwirrbaren Knäuel von Furchen ähnlich zu sein schien, so kann ich diesen Versuch damit rechtfertigen, dass jetzt zu solchen Bestrebungen die nötige vergleichend-anatomische Basis vorliegt und ich überzeugt bin, dass der Schlüssel zur Lösung in vergleichend-anatomischer Betrachtung zu suchen ist. Vor ich aber an diese herantrete, muss ich erst einige neuere Arbeiten über diese Gehirnregion betrachten um nachzuweisen, warum die von anderer Seite gebotenen Lösungen, die besonders den S. occip. lateralis betreffen, mich nicht befriedigten.

Es wäre hier dann in erster Linie ELLIOT SMITH (Anat. Anz. Bd. XXIV, S. 74 u. 436) zu nennen. Er nennt einen Furchencomplex des Hinterhaupts „Sulcus lunatus" und vergleicht ihn wegen der Operculisierung des vorderen Randes mit der Affenspalte; dass dieser Furchencomplex nicht dem S. occip. later. der Autoren entspricht wird sich später zeigen (Textfigur 8 giebt eine Abbildung des Fellahgehirns nach ELLIOT SMITH). Nun finde ich bereits bei EBERSTALLER (W. M. Bl., S. 582) die Bermerkung, dass Teile des seiner Auffassung nach triradiaten S. occipitalis schräge einschneiden und so ein Operculum am Hinterhauptlappen bilden können; er fügt dann hinzu: „Ob nicht ECKER und JENSEN diese Furche im Auge gehabt haben, wenn sie gelegentlich eines „in dieser Gegend" befindlichen Sulcus transversus an das Operculum des Affengehirns erinnert wurden". Der Gedanke von ELLIOT SMITH ist also schon alt; wir finden ihn auch zurück bei RETZIUS, der (S. 136) bemerkte, dass wenn die Fissura calcarina sich weit auf

---

[1]) Vergleiche EBERSTALLER; Wien. med. Blätter, S. 581—582.

[2]) Ergebnisse der Anatomie u. Entwickl. gesch. von Merkel u. Bonnet, Bd. VI, S. 181, 1896.

die laterale Fläche erstreckt, sich um diese eine halbringförmige „compensatorische" Querfurche zeigen kann. Diese bildet sich durch geringe Umbildung des triradiaten S. occipitalis lateralis und zeigt dann gleichzeitig ein nach vorn vorhängendes Operculum.

„Diese Anordung", sagt RETZIUS, „habe ich in recht vielen der von mir untersuchten Gehirne gesehen. Ein solcher Fall ist in Fig. 4 der Tafel XLVIII wiedergegeben. Obwohl also hier eine operculare Einrichtung vorhanden ist, will ich sie jedoch nicht mit der Affenspalte homologisieren" [1]). Solche Bilder veranlassten also ELLIOT SMITH um seinen S. lunatus aufzustellen und mit der Affenspalte zu homologisieren, welcher Auffassung die obengenannten Autoren, obwohl der gleiche Gedanke sich ihnen aufdrängte, nicht huldigten. Da meine Auffassung der Affenspalte überhaupt nicht zulässt, dass man ihr Homologon in einer Furche des Menschenhirns sucht, so kann ich mich natürlich auch in keiner Weise der Deutung von ELLIOT SMITH anschliessen; dass bei KARPLUS und ZUCKERKANDL Äusserungen zu finden sind, deren Consequenz wenigstens teilweise zu den Auffassungen von ELLIOT SMITH hinüberführen würde, wurde oben bereits erwähnt [2]). Ich sehe in der Arbeit von ELLIOT SMITH nur ein neues Zeugnis für die grosse Variabilität der Furchen dieser Region und zweitens vielleicht einen Beweis für die Existenz von Rassenunterschieden, da die bei ELLIOT SMITH beschriebene Form der Furche bei Fellahs sosehr häufig vorkommt; dass sie sich auch bei anderen Völkern zeigt, geht aus obigen Citaten genügend hervor. Bei meinen Javanen zeigt Hemisphere XXII ein deutlich ausgebildetes Operculum auf dem Lobus occipitalis; auch zeigen IV und VI eine dem S. lunatus ähnlich gebildete Furchencomplex; auch die Furche auf X und XIV erinnert an diesen. Leider sind die Mitteilungen von ELLIOT SMITH, über welche ich verfüge, nur vorläufiger Art und werden genauere Mitteilungen zugesagt; vielleicht sind sie schon erschienen; jedenfalls würde ELLIOT SMITH alle Anthropologen zu Dank verpflichten wenn er nicht nur diese Furche, sondern alle Furchen seiner Negergehirne zusammenfassend beschreiben wollte, zumal da seine Sammlung ausserordentlich gross zu sein scheint. Schliesslich wäre zur Geschichte dieser Auffassung zu bemerken, dass sich auch

---

[1]) Übrigens wäre zu bemerken, dass ein Einschneiden der Fissure calcarina meist nur eine kleine compensatorische Querfurche hervorruft, wie sie auch meine Figuren IX, XXI zeigen, während die grosse halbmondförmige Furche von ELLIOT SMITH meist nicht (XXII) als compensatorische Querfurche zur Calcarina entsteht.

[2]) Übrigens giebt ZUCKERKANDL V dieses selbst nicht zu, denn nach ELLIOT SMITH correspondiert der ganze S. lunatus mit der Affenspalte, nach ZUCKERKANDL nur der unterste ventrale Teil und auch nur im beschränktern Sinne.

in CUNNINGHAM's grosser Arbeit eine Stelle findet, welche an die Auffassung von ELLIOT SMITH erinnert. Sie findet sich dort, wo CUNNINGHAM die Auffassung BISCHOFF's über die Affenspalte behandelt. BISCHOFF hatte nämlich behauptet, dass sich die Affenspalte in der Regel nur an menschlichen Embryonen nachweisen lasse (nicht an Erwachsenen) und zwar als eine transitorische Furche, welche zuweilen erhalten bleiben könne und sich dann auch bei Erwachsenen zeige. CUNNINGHAM schloss sich dieser Meinung an [1]). Solch ein Gehirn mit erhaltener Affenspalte bildete nur CUNNINGHAM ab (l. c. S. 68, Fig. 23). Diese am Erwachsenen erscheinende Affenspalte ist meiner Überzeugung nach aber nichts anderes als ein Teil des S. occipitalis lateralis; demnach hätte, allerdings in nicht gewollter Weise, CUNNINGHAM in diesem Fall den S. occipitalis lateralis mit der Affenspalte identificiert. Auch ist noch zu bemerken, dass die Bildung eines Operculum nicht den Wert hat, welchen ihr ELLIOT SMITH beimisst; sie darf nicht zu Homologisierungen verwendet werden, denn Operculisierungen kommen auch an ganz anderen Furchen häufig vor (vergl. EBERSTALLER S. 33). Auch ZUCKERKANDL ist der Meinung, dass der S. occipitalis lateralis der Affen der gleichnamigen Furche des Menschen nicht homolog sei; insofern stimmt er mit ELLIOT SMITH überein, deutet sonst aber ganz anders, da er, wie oben bereits bemerkt wurde, keine Furchen am normalen Menschenhirn der Affenspalte homolog erachtet. ZUCKERKANDL behauptet, dass das Homologon des S. occipitalis lateralis des Menschen sich bei den Affen der alten Welt in der Tiefe der Fossa parieto-occipitalis finde. Auch dieser Auffassung kann ich mich in keiner Weise anschliessen. Seine Betrachtung des S. occipitalis lateralis des Menschen beachtet nicht genügend alle Formen, welche dieser Sulcus zeigen kann; auch vermisst man in seiner Arbeit ungerne die statistische Methode; es ist auch für vergl. anat. Betrachtungen nicht gleichgültig, wie oft die eine oder andere Form sich zeigt.

Auch meine ich, dass man aus den Befunden bei Ateles ater nicht solch weitgehenden Schlüsse ziehen darf; weit mehr wäre zu empfehlen die Gehirne derjenigen Affen genauer zu studieren, bei denen sich die Fossa parieto-occipitalis das eine Mal ausbildet, das andere Mal fehlt (Hylobates, Semnopithecus und andere).

Die 1905 erschienene Arbeit ZUCKERKANDL's (V) zeigt genau, wo ZUCKERKANDL und ELLIOT SMITH voneinander abweichen und wo ihre Homologisierungen sich zum Teil decken; obgleich ich mich

---

[1]) Ich verwerfe sie natürlich; man vergleiche ZUCKERKANDL III, S. 66—67 und ELLIOT SMITH, Anat. Anz. Bd. XXIV, n°. 8, 1903, S. 216.

in Hauptsache ZUCKERKANDL anschliesse, so möchte ich doch in keiner Weise seinen Standpunkt acceptieren, dass der ventrale Teil des S. lunatus von ELLIOT SMITH zur Affenspalte zu rechnen sei [1]). Ich will noch hinzufügen, dass meine weiter unten näher zu beschreibende *Q*-Furche dem ventralen Teil des S. lunatus, dem Affenspaltenrest ZUCKERKANDL's entspricht (ZUCKERKANDL V, S. 224. Fig. 5).

Vergleichen wir nun die Furchen des Occipitalhirns der Affen mit denen des Menschen um zu untersuchen, inwieweit sich hier Homologien feststellen lassen. Es zeigt das Affengehirn den S. occipit. later. meist in scharfer Ausprägung; er krümmt sich (compensatorische Querfurche) um das ventrale Ende des S. occip. transversus (Textfig. 1—3); wir hätten also am menschlichen Gehirn nur nach einer gleichen comp. Querfurche zu suchen. Allerdings ist von vorneherein anzunehmen, dass sich solch eine Furche nicht in gleicher Regelmässigkeit wie bei Affen finden wird, weil das ventrale Ende des S. occip. transversus beim Menschen stark variiert; es kann sehr schwach oder verkürzt sein, sogar fehlen oder stark zum Mantelrande abweichen (Textfigur. 6); es genügt also genanntes Hülfsmittel hier allein nicht. Ein anderes Hülfsmittel zur Festlegung dieser Furche ist der hintere untere Zweig der ersten Temporalfurche (a^3 der Textfiguren 1 und 2). Ich wies nach, dass dieser Zweig a^3 stets nahe an die *b*-Furche herantritt, zuweilen auch mit ihr vereinigt sein kann. Gleiches findet sich bei EBERSTALLER (W. M. Bl., S. 549).

Ist durch *m* die obere und durch a^3 die vordere Grenze von *b* festgelegt, so ist auch ventralwärts der Raum für *b* eingeschränkt und zwar durch ein Teilstück des S. temporalis medius (*i*), welches bei Affen regelmässig unterhalb *b* auftritt (Textfigur 1 und 4). Ich habe in meiner älteren Arbeit bereits darauf hingewiesen, dass dieses Bruchstück des S. temp. med. zuweilen schwierig von *b* zu unterscheiden ist, und unlängst handelte ZUCKERKANDL I u. III ausführlicher über die Verbindungen beider Furchen.

Finden wir nun beim Menschen eine Furche, welche ventralwärts von *m* liegt, nasalwärts a^3 nahe tritt und ventralwärts durch *i* eingeschränkt wird, dann haben wir gewiss allen Grund solch eine Furche mit der *b*-Furche der Affen zu vergleichen und sie demnach als S. occipitalis lateralis zu bezeichnen. Solch eine Furche

[1]) Wenn ELLIOT SMITH zugeben möchte, dass er das Wort Affenspalte unrichtig benutzte, dann meine ich wäre übrigens eine weitgehende Übereinstimmung zwischen ELLIOT SMITH und ZUCKERKANDL zu constatieren. Denn beide vergleichen die am Menschenhirn sich zuweilen zeigende Opercularbildung mit dem Operculum des Affengehirns, während ich meine, dass hier nur ähnliche, nicht homologe Bildungen vorliegen.

ist EBERSTALLER's S. occipitalis lateralis (Textfigur 10) und sie findet sich auch auf den Gehirnen meiner Javanen (Textfigur 5—8), wie verschieden auch sonst die Furchen dieser Gehirnregion sein mögen; besonders fällt die Ähnlichkeit dort auf, wo auch beim Menschen die Furche als compensatorische Querfurche sich um den *m*-Sulcus krümmt (Textfigur 7 und 8).

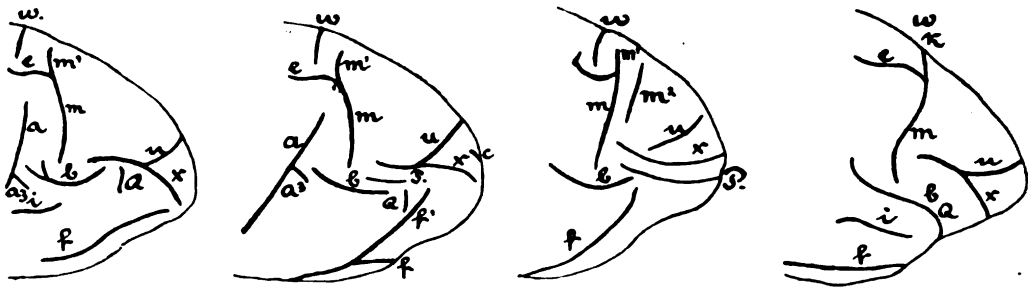
Meiner Auffassung nach ist also der S. occipitalis lateralis (*b*) der Affen der gleichnamigen Furche des Menschen homolog; nur ist zu bedauern, dass ihr caudalwärts keine Grenze zu bestimmen ist und das hat zu allerlei Verwirrungen geführt. EBERSTALLER unterschied auf dem Occipitallappen noch einen aparten Sulcus, den *Sulcus triradiatus* (Textfigur 10), ganz wie der Lobus occipitalis der Affen ausser der *b*-Furche noch die Furchen *x* + *u* zeigt (Textfigur 1, 2, 4). Nun ist es beachtenswert, dass manche Autoren für den Mensch beide Furchen zusammenfassen (QUAIN, SPITZKA, WEINBERG) [1]), und dann erhält man den Eindruck, alsob der S. triradiatus ein Teil des S. occipitalis lateralis sei, oder alsob die letztgenannte Furche der S. triradiatus selbst wäre, wobei Zweige der *b*-Furche dann die Strahlen bilden. So ist es oft schwierig die verschiedenen Beschreibungen miteinander zu vergleichen; allerdings muss dabei zugegeben werden, dass EBERSTALLER selbst diese Verwirrung veranlasste, wie ich weiter unten zeigen werde.

In erster Linie wird es unsere Aufgabe sein hier zunächst einen eignen Weg im Gewirre der Occipitalfurchen zu suchen zur weiteren Vergleichung des Menschen und Affenhirns.

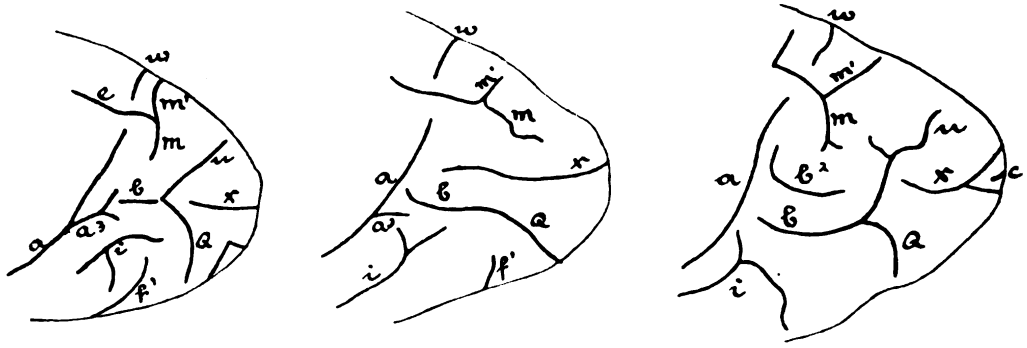
Es zeigt der Lobus occiptalis des Menschen meist eine Furche, welche auch mit *b* verbunden sein kann, die in die Endgabel der Fissura calcarina eingreift (XVI u. s. w.) oder das ungegabelte Ende der Fissura calcarina mit einer Endgabel umfasst (V, XIV, XXIII); jedenfalls treten die beiden Furchen am occipitalen Pol einander auf der lateralen oder medialen Fläche sehr nahe. Dies erinnert uns an die *x*-Furche der Affen, welche besonders bei Hylobates stets gleiche Beziehungen zur Fissura calcarina zeigt (Textfigur 2), wie obengenannter Sulcus. Damit hätten wir aus dem Furchengewirr caudal von *b* bereits eine Furche abgesondert und mit der *x*-Furche der Affen homologisiert; sie gehört wohl auch in das System des S. triradiatus von EBERSTALLER (Der S. triradiatus wurde auf Textfig. 10 mit *u* und *pm* angedeutet). Genannte *x*-Furche der Affen (S. occipitalis primus nach WALDEYER, S. 50) sieht man auf den Text-

[1]) SPITZKA bei Beschreibung seiner Eskimogehirne und WEINBERG bei Beschreibung der Lettengehirne.

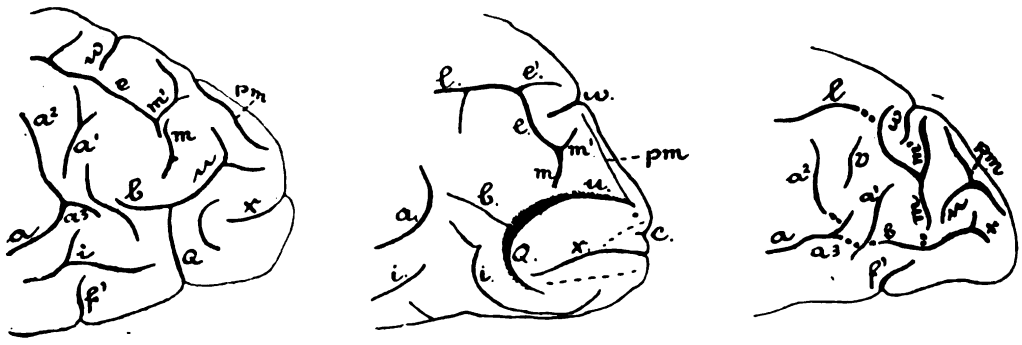
figuren 1—4. Bei sehr vielen Affen ist sie mit einer anderen occipitalen Furche, „der Furche *u*" zu einem S. triradiatus vereinigt (Textfigur 1, 2, 4); dabei kann das vordere Ende der *x*-Furche *b*



1. 2. 3. 4.



5. 6. 7.



8. 9. 10.

sehr nahe treten (Textfigur 1); vereinigt wurden sie aber bisher bei Affen nicht gefunden.

Beim Menschen kann nun *b* mit *x* vereinigt sein (I, II, XVI, XIX), warum die Autoren öfter keine Grenze zwischen *b* und *x* anwiesen; weit häufiger bleiben diese Furchen aber wie bei Affen getrennt.

Auf anderen Hemispheren vereinigt sich *u* mit *b* (Textfigur 7,

8, 9) oder beide Furchen treten einander nahe (Textfigur 5). Aus alledem geht hervor, dass beim Menschen *b* sich schwierig von der beim Affen triradiaten *x* + *u*-Furche trennen lässt und weiter, da ich bei Javanen *x* und *u* selten (XXV) vereinigt fand, dass der Mensch keine dem Affengehirn ganz gleichgebildete triradiate Furche zeigt; es erinneren daran diejenigen seltenen Formen, wo *x* sich am caudalen Ende spaltet um *c* zu umfassen (Textfigur 7), welche Formen übrigens selten vorkommen (Hemisphere V, XIV, XXIII), in welchen Fällen dann noch eine selbstständige *u*-Furche sich findet. Anderseits zeigen sich beim Menschen häufig triradiate Furchen, wie auf den Textfiguren 7 und 8, die dann aber immer *b* in sich aufnehmen (*b* + *u* + *Q*) und darum weder dem S. triradiatus der Affen (*u* + *x*), noch mit dem S. triradiatus EBERSTALLER's (*u* + *pm* der Textfigur 10) verglichen werden können, die keine Beziehungen zu *b* zeigen.

Vor wir auf diese Furchen weiter eingehen, empfiehlt es sich die Ansichten meiner Vorgänger zu erwähnen. ELLIOT SMITH [1]) zeichnete auch die von mir mit *x* bezeichnete Furche (Textfigur 9) und zwar in der erwähnten Lagebeziehung zur Fissura calcarina (*c*); er nennt diese Furche „S. occipitalis superior" oder in seiner zweiten Arbeit „Sulcus intrastriatus lateralis"; er homologisiert diese Furche ganz wie ich (l. c. S. 445), wonach die *x*-Furche der Affen (Textfigur 1—4) der *x*-Furche des Menschen (Textfigur 5—9) homolog wäre.

CUNNINGHAM (S. 70) homologisierte die *x*-Furche der Affen mit dem S. occipitalis lateralis des Menschen (meiner *b*-Furche); ich muss diese Auffassung zurückweisen, weil *x* bei Affen sich nie um *m* krümmt und nie Beziehungen zu a^3 zeigt. CUNNINGHAM liess sich hier wohl beeinflussen durch die Furchen des Orang-oetan-Gehirns, welchem *b* fast ganz fehlt, sodass man auf dem Occipitalhirn nur die vereinigte triradiate *x* + *u*-Furche sieht. WALDEYER verglich *x* + *u* der Affen (S. occipitalis primus) mit dem S. triradiatus EBERSTALLER's; den *b*-Sulcus der Affen rechnete er zu temporalen Furchen; darauf komme ich weiter unten zurück. Nach ZUCKERKANDL sind, wie bemerkt, die *b*-Furche der Affen und die des Menschen einander nicht homolog; nach seinen Abbildungen (III S. 65, 67) und seinen Ausführungen möchte ich schliessen, dass meine *u*-Furche

[1]) Figur 9 wurde der Arbeit von ELLIOT SMITH entnommen; nur gab ich den Furchen die gleichen Bezeichnungen wie den homologen Furchen meiner Abbildungen; es stammen diese Bezeichnungen und die ihnen zu Grunde liegenden Homologisierungen also nicht von ELLIOT SMITH. Gleiches gilt m. m. für Fig. 10, welche der ersten Arbeit EBERSTALLER's (W. M. Bl.) entnommen wurde.

seinem S. perpendicularis externus entspricht, welcher die zweite Übergangswindung nach hinten abschliesst.

EBERSTALLER homologisierte seinen S. triradiatus des Menschen mit der triradiaten *x* + *u*-Furche der Affen und unterschied von diesen den S. occipitalis lateralis (*b*). Ersterem kann ich nur zum Teil beipflichten, denn der Abbildung EBERSTALLER's (Textfigur 10) nach ging sein S. triradiatus aus einer Vereinigung meiner Furchen *u* und *pm* hervor; nun ist *pm* (welche Furche ich später näher beschreiben werde) eine dem Hemispherenrande parallele sagittale Furche, während die *x* + *u*-Furche der Affen niemals solche Elemente zeigt. Dass *b* scharf von *x* + *u* geschieden werden soll, dem kann ich nur beipflichten, und wie sehr *b* auch variieren möge, stets sind meiner Meinung nach diese mit gleichem Buchstaben bezeichneten Affen- und Menschenfurchen einander homolog wegen der gleichen Lagebeziehungen zu *m* und a^3.

Wenn sich die *b*-Furche aber, wie wir weiter unten sehen werden, mit anderen Furchen vereinigt, was beim Menschen sehr häufig eintritt, dann ist die also entstandene Furche natürlich der *b*-Furche der Affen nicht mehr homolog und insofern nähere ich mich der Auffassung ZUCKERKANDL's.

Nun liegt zwischen *b* und *x* bei Affen häufig eine kurze beiden gleichgerichtete Nebenfurche, die KÜKENTHAL und ZIEHEN als Nebenfurche *P* bezeichneten; diese Furche kann besonders bei Hylobatiden stark entwickelt sein (Textfigur 3) und wurde darum durch WALDEYER als S. occipitalis secundus bezeichnet; aber auch bei Hylobatiden fehlt sie meist und so stark entwickelt wie WALDEYER sie zeichnet, kommt sie selten vor (Vergleiche die Figuren bei SERGI). Daraus geht bereits hervor, dass die Occipitalfurchen bei Affen schon complicierter sind als man meist annimmt und es müssen sich bereits allerlei Combinationen, besonders Verdoppelungen ergeben durch die Berührung oder gleichzeitige Entwicklung von *b*, *P* und *x* + *u*. Hauptsache bleibt, dass man trotz der verschiedensten Variationen doch stets die Hauptformen nachweisen kann, wie wir weiter unten zeigen werden. Damit sind aber noch nicht alle Formen erklärt, welche sich beim Menschen zeigen. Man sieht auf dem Lobus occipitalis häufig eine Furche, welche meist von *b* ausgeht und zur ventralen Fläche hinabzieht; sie wurde auf den Figuren mit *Q* bezeichnet. Ich wählte diese Bezeichnung weil ihre Richtung erinnert an die Nebenfurche *Q* der Affen, welche sich caudalwärts von *b*, ventralwärts von *x* zeigt und im Gegensatz zu *b*, *P* und *x* transversal gerichtet ist [1]).

[1]) Diese *Q*-Furche entspricht dem ventralen Teil des S. lunatus (Textfigur 9) von ELLIOT SMITH und dem Affenspaltenrest ZUCKERKANDL's (V, S. 224, Fig. 5).

Der S. temporalis tertius der Affen zeigt bekanntlich häufig einen Zweig, der von der ventralen Fläche zur lateralen hinaufsteigt (Incisura praeoccipitalis); ist dieser wohl ausgebildet, dann zeigt sich die Nebenfurche *Q* zuweilen caudalwärts, zuweilen cephalwärts von diesem Zweige (Textfigur 2); beide sind dabei meist in gleicher Weise gerichtet. Gleiches gilt vom Menschen; auch hier zeigt f^1 den zur lateralen Fläche hinaufsteigenden Zweig und dann liegt die ventralwärts ziehende Occipitalfurche *Q* auch abwechselend caudal- (Textfigur 5 u. 8) oder cephalwärts von dem genannten Zweige von f^1 [1]). Übrigens zeigt sich die *Q*-Furche nur bei Semnopithecus und Hylobates, wo die *b*-Furche reduciert ist, nicht aber bei Macacus, wo *b* von der lateralen Fläche zur ventralen hinabzieht (Textfigur 4) und f^1 verdrängt. Ich halte die *Q*-Furche für eine Anweisung, dass die Furche *b* wie bei Macacus der ventralen Fläche zustrebt und ist das Gehirn des Menschen hier dem Macacus ähnlicher als dem Semnopithecus und Hylobates, insofern nämlich, dass *Q* meist mit *b* verbunden ist.

Es zeigt Macacus eine weit stärkere *b*-Furche als Semnopithecus, Hylobatiden und Orang-oetan, bei denen sie der Reihe nach abnimmt; bei den Hylobatiden ist sie meist zersprengt, kann fast fehlen und noch häufiger ist sie stark reduciert oder fehlt beim Orang-oetan (Zuckerkandl III Fig. 15 u. 16 und die Abbildungen bei Bolk). Wo *b* stark reduciert ist oder fehlt, tritt dann ein Zweig von f^1 durch die Incisura praeoccipitalis an ihre Stelle; dieser steigt zur lateralen Fläche hinauf und umfasst *m* von unten her wie sonst *b*. Diesen Zweig von *f* nennen Ziehen und Zuckerkandl b^1 und rechnen ihn zur *b*-Furche, welche Erklärung Zuckerkandl III, V anzweifelt. Obgleich Semnopithecus meist eine starke *b*-Furche besitzt, so kann es doch auch bei diesem Genus vorkommen, dass ein Zweig von *f* die *b*-Furche verdrängt (Variationen der Grosshirnfurchen l. c. Fig. 79*h*, 82l^1); daraus geht hervor, dass beide Furchen einander compensieren. In ähnlicher Weise sehen wir beim Menschen *Q* und f^1 um diesen Gehirnteil streiten; ist f^1 reduciert dann kann *Q* weit abwärts ziehen; anderseits kann ein Zweig von *f* *Q* verdrängen.

Das ist das eigentümliche der *b*-Furche, dass sie so viele Beziehungen zu den benachbarten Furchen zeigt; nasalwärts ist sie zuweilen kaum van a^3 zu unterscheiden, caudalwärts von *x*, ventralwärts von *i* (sich unten); auch concurriert sie um den Platz mit

---

[1]) Diesen Zweig von *f* bezeichnen Ziehen (Anat. Anz. Bd. XI, 1896) und Zuckerkandl III als b^1.

f^1 [1]). Übrigens verdient hervorgehoben zu werden, dass nicht nur f^1 und *i* und *b* einander den Platz streitig machen, sondern auch *m*, denn es kann *m* z. B. beim Orang-oetan fast bis zur ventralen Fläche hinabsteigen und dann bleibt kein Raum für *b*. Beim Menschen zieht sich nun *m* zurück, weicht häufig sogar zum Mantelrande ab oder ist sonst stark reduciert fast bis zum Verschwinden; dann ist also zur Entfaltung von *b* ein breiter Raum geschaffen; sie kann sich unter dem Einfluss von *m* zur compensatorischen Querfurche im Sinne von Retzius umbilden; *b* kann sich verdoppelen oder verdreifachen und doch bleibt ventralwärts noch Raum in den sich nun *i* hineinschiebt, welche Furche bei Menschen häufig weiter caudalwärts reicht als bei Affen. Ausserdem können sich dann ventralwärts von *b* die *Q*-Furche oder Zweige von f^1 zeigen. Zur Erklärung der mannichfachen Verdoppelungen von *b* bei Javanen, möge man Textfigur 2 beachten, wo auch bei einem Affen drei gleichgerichtete Furchen übereinander liegen. Es kann sein, dass die Verdoppelungen durch die Nebenfurche *P* ihre Erklärung finden; es kann aber auch sein, dass hier Parallelbildungen zu *b* vorliegen, wie sie sich an jeder anderen Furche des Menschenhirns zeigen können. Übrigens ist die *P*-Furche bei Affen meiner Auffassung nach nur eine Verdoppelung von *b*. Aus dem wechselenden Verhältnis von *b* und *Q* zu den anderen Furchen geht hervor, dass sich auch die untere Grenze des Occipitallappens nicht mit Sicherheit bestimmen lässt.

Ätiologisch, im Sinne meiner Betrachtungen über Variationen in der Einleitung, ist die *m*-Furche eine primäre radiäre Furche und der S. temp. sup. eine Parallelbildung zur Fissura lateralis. Beide beeinflussen die secundäre *b*-Furche, welche sich das eine Mal als eine caudale Fortsetzung des S. temp. sup. (*a*) zeigt, das andere Mal als eine compensatorische Querfurche zu *m* entstanden zu sein scheint. Dadurch, durch den Einfluss dieser beiden ganz verschieden gerichteten Kräfte, erklären sich die meisten Variationen der *b*-Furche,

Auf diese allgemeinen Betrachtungen werde ich die Beschreibung der Form der Furchen am occipitalen Pol meiner Javanen folgen lassen und zwar sollen hier zunächst die Verhältnisse am vorderen Rande dieses occipitalen Teils erwähnt werden.

Es kann die *b*-Furche mit dem caudalen Zweig der *a*-Furche, also mit a^3 verbunden sein. Offene verbindungen zeigen I, XII, XVI, während die Vereinigung auf V, VI, VII, XIII nur ober-

[1]) Darum schreibt auch Sergi (l. c. S. 223): Quando si vuole parlare di omologia, allora e necessario considerare tutti i segmenti, che formano *P*, *b* e *c*, come constituenti una unica formazione, che meriterebbe il nome di S. occipito-temporalis inferior.

flächlicher Art ist, da zwischen beiden ein Tiefengyrus erhalten bleibt; zu dieser Gruppe lassen sich auch rechnen III, IV, und VIII, wo *b* in a^1 eintritt (auf IV bleibt ein trennender Tiefengyrus) und nicht in a^3; letzterer Zweig wendet sich der Furche *i* zu; hierhin gehört auch Hemisphere XXIV, wo *b* verdoppelt ist und Verbindungen mit a^1 und a^3 (letztere oberflächlich) zeigt. Die erstgenannte Form wurde bereits von EBERSTALLER (W. M. Bl., S. 549) erwähnt: „wir haben dann eine vom Schläfenpol bis zum Occipitalpol reichende, der ventralen Hemisphärenkante beinah parallel verlaufende Basalfurche." Verbindungen (tiefe oder oberflächliche) zwischen *b* und *a* fand WEINBERG bei 52 % seiner Letten und 27.5 % seiner Esten, denen ich 44 % für Javanen entgegenzusetzen hätte, von welchen 28 % zu den vollständigen Vereinigungen zu rechnen sind.

Wenn a^3 nicht in *b* übergeht, dann wendet er sich meist dem S. temporalis med. zu; das zeigen zum Teil bereits die oben genannten Hemispheren III, IV, VIII, weiter noch II, XI, XVII, XVIII, XIX bis XXIII, und es liegt dann die *b*-Furche oberhalb a^3. Auf *x* liegt *b* in einer Gabel von a^3. Übrigens kann a^3 auch fehlen (IX, XIV) oder wie auf XV nur angedeutet oder zweifelhaft sein; auf XXV ist a^3 wenn nicht als fehlend, so doch als losgetrennt zu bezeichnen. Es ist übrigens bemerkenswert, dass wie nahe a^3 auch zu *i* tritt, wie oft sie auch oberflächlich vereinigt sind, doch stets in der Tiefe ein trennender Gyrus nachgewiesen werden kann. Anders verhält es sich zwischen *b* und *i*; es lassen sich diese Furchen nicht immer trennen wie besonders XIV zeigt; auch kann ein von *i* ausgehender R. ascendens sich zwischen *a* und *b* schieben (II, XVIII, XXV).

Auf I, II, VII, XVI, XIX finden wir *b* mit der Furche *x* vereinigt [1]), wenn sich auch auf VII noch ein Tiefengyrus nachweisen lässt; auf allen anderen Hemispheren ist *x* von *b* getrennt. Öfter tritt die *x*-Furche hinüber auf die mediane Fläche (II, IV, V, VI, X, XI, XII, XIII, XVI, XXIV) und greift dann meist in eine Endgabel der Fissura calcarina (*c*) ein; seltner schneidet sie in den von WEINBERG beschriebenen S. extremus ein, der die Fissura calcarina zuweilen hinten abschliesst (VI, XIII). Greift die Fissura calcarina auf die laterale Fläche hinüber, dann wird ihr Endzweig öfter von einer Gabel von *x* umfasst (V, XIV, XXIII). Schneidet *c* noch als tiefe Furche in den Mantelrand, dann ruft sie eine compensatorische Querfurche hervor, wie RETZIUS sie bei manchen Fur-

[1]) Die Vereinigung von b mit *x* (S. occipitalis) wurde auch durch ZUCKERKANDL (III, S. 51) erwähnt.

chen fand, und zwar wird dann *x* selbst verdrängt oder *x* bildet sich zu solch einer Querfurche um und umfasst *c* mit einem Halbkreis (IX, XXI). Ich glaube, dass *x* in diesem Halbkreis enthalten ist, da diese Form mir direkt aus jener hervorzugehen scheint, wo *x* die Fissura calcarina mit einer Endgabel umfasst. Auf VIII ist *x* durch *c* auf der lateralen Fläche verdrängt und auf XX scheint die weit vordringende Fissura calcarina *x* in eine parallele Richtung gedrängt zu haben. Auf X, XII, XVII ist *x* entweder stark reduciert oder fehlt vollständig. Weit weniger constant als *x* ist die *u*-Furche und zwar ist zu beachten, dass diese, welche bei Affen so häufig mit *x* vereinigt ist, solche Verbindungen bei Javanen nicht zeigt; bei diesen ist *u* entweder selbstständig oder mit *b* vereinigt [1]); darum ist es zuweilen schwierig zu bestimmen, ob nur ein Endzweig von *b* vorliegt oder die mit *b* verbundene *u*-Furche (IX, XIII, XVIII, XX); ausserdem liegen in dieser Gegend häufig kleine freie Furchen, von denen man nicht weisst ob man sie als *u* bezeichnen soll oder nicht; so auf V und XVI. Eine freie *u*-Furche hätten wir auf V, VII, VIII, XI, XIV, XV, XIX, XXI, XXV (9 : 25); sie fehlt auf I und II und wahrscheinlich auch auf IX, XVI, XVII (5 : 25); auf den anderen Gehirnen ist sie meist mit *b* verbunden und zwar gehen dann meist *u* und *Q* beide von *b* aus (III, IV, VI, X, XII, XIII, XX, XXII, XXIII, XXIV oder 10 : 25); auf XVIII sind die Verhältnisse schwierig zu deuten; ebenso zeigen auch XV und XII ganz zerrissene Furchen.

Zur Bestimmung von *u* möchte ich noch hervorheben, dass ich sie gerne in der Furche suche, welche die zwischen *m* und *b* gelegene Übergangswindung nach hinten abschliesst; darum wäre es vielleicht auch richtiger sie auf I nicht als fehlend, sondern als verdoppelt zu bezeichnen, dabei an *m* herangedrängt durch das weite Hinübergreifen von *c* auf die Mantelfläche. Wenn *m* weit nach hinten zieht, wird *u* reduciert oder verdrängt; dass *m* auch *x* vom Mantelrande abdrängen kann zeigt III [2]).

Die *Q*-Furche ist fast immer als ein Zweig von *b* ausgebildet;

---

[1]) Die Vereinigung des S. occip. later. später mit ZUCKERKANDL's Querfurche (S. perpendicularis externus) ist dasselbe, wie die obengenannte Vereinigung von *b* mit *u*. (ZUCKERKANDL III, S. 64—66, Fig. 27).

[2]) Oben wurde bereits hervorgehaben, dass, wenn *m* weit nach hinten reicht, dies vielleicht auf Verbindung von *m* mit der Nebenfurche *pm* (Sulcus occipitoparamesialis) beruht. Diese *pm*-Furche liegt zwischen dem Mantelrande einerseits und den Furchen *m*, *u*, *x* anderseits, und in manchen Fällen wird es schwierig eine Grenze zu ziehen; es sind die Furchen *m*, *pm* und *u* nicht überall scharf voneinander zu trennen wie wir ähnliches ja an vielen Gehirnfurchen sehen.

von *b* getrennt fand ich sie nur selten (III, VII, VIII, XV); noch seltner fehlt sie oder ist doch stark reduciert (XVII, XVIII, XXV); *Q* kann auch zersprengt sein (III, VIII, XIII); häufig wird *Q* verdrängt durch eine stärkere Ausbildung der zur lateralen Fläche hinaufsteigenden f^1-Furche (XVI, XVII, XXIII), seltner durch eine weit caudalwärts reichende *i*-Furche (XII).

Merkwürdig sind die Formen, wo *Q* senkrecht auf dem ventralen Rande steht und geradeweg dorsalwärts zieht bis nahe an *m* (V, VIII, XV); *b* wird dann durch diese vertikale Furche verdrängt, die übrigens mehrere tiefe Brücken zeigen kann. Sie trennt einen occipitalen Lappen vom Gehirn ab, der von m^1 (also vom dorsalen Rande) bis zum ventralen Rande oder bis auf die ventrale Fläche reicht (XV) [1]). Häufig schneidet *Q* in den ventralen Rand ein und tritt auf die ventrale Fläche (11 von 25 oder 44%); wie bemerkt, wird eine schwächere Entwicklung von *Q* meist durch f^1 compensiert; seltner wird *Q* durch *i* verdrängt (XII, XXI).

Verdoppelungen des S. occipitalis lateralis (*b*) kommen dorsalwärts häufig vor (I, II, IV, V, VII, IX, XIII, XVII, XVIII, XX, XXII, XXIII, XXIV); auf XII kann man zweifeln, ob *b* verdoppelt ist oder eine zu *a* gehörige Furche vorliegt; auf XVII fasse ich die Endgabel von *m* als eine Verdoppelung von *b* auf. Auch Retzius (S. 136) erwähnte diese Verdoppelungen. Sie sind entweder parallele Imitationen oder beruhen auf Ausbildung der *P*-Furche der Affen; vermutlich beruhen beide auf parallelen Imitationen, ganz wie *b* selbst aus der Verbildung einer temporalen Furche unter dem Einfluss von *m* sich als compensatorische Querfurche entwickeln kann. Anderseits erhält man den Eindruck, alsob sich auch ventral von *b* parallele Imitationen bilden können, die ich aber alle zum S. temporalis medius (*i*) rechnete (I, III, VI, XII, XIII). Weinberg beschrieb diese Verdoppelungen als S. occipitalis lateralis inferior, rechnete sie aber nicht zum S. temporalis medius (*i*), sondern zum S. temporalis inferior (f^1); wenn ich nun auch zugeben will, dass einzelne Hemispheren Formen zeigen, die beide Erklärungen zulassen (I), so scheint es mir für Javanen doch angebrachter, diese Furchen zu *i* zu rechnen; wir kommen bei den Temporalfurchen darauf zurück. Offene Verbindungen zwischen *b* und *i* kommen auch

---

[1]) Da *m* auch bei Affen ziemlich häufig in *b* einschneidet und *m* bei anderen Affen bis an den ventralen Rand reicht, so schreibe ich diese vertikale Furche einer Ausbreitung von *m* zu, nicht etwa *Q*. Es kann also *m* sich sowohl längs der Mantelkante ausdehnen als auch senkrecht zum ventralen Rande abwärts steigen und so einen occipitalen Lappen abgrenzen. Weinberg zeichnete auch solch eine Furche auf Tafel VI, Fig. 39.

vor (V, VII, XIV); auf anderen bleibt in der Tiefe ein trennender Gyrus (III, XV); öfter ist *b* in kleinere Stücke zerspalten (VI, VII, XV, XXIII).

Bei Verdoppelungen kann es vorkommen, dass die eine Furche mit *x*, die andere mit *Q* vereinigt ist (II) u. s. w. Wenn ich oben meine *b*-Furche mit dem S. occipit. lateralis von Eberstaller verglich und seinen S. triadiatus mit meinen Furchen $x + u$, dann ist diese Vergleichung übrigens nur „cum grano salis" aufzufassen; denn einen S. triradiatus (Textfigur 8), wie Eberstaller ihn in seiner ersten Arbeit abbildet (W. M. Bl., S. 547, Fig. 2), habe ich niemals gesehen; es scheint hier eine Vereinigung vorzuliegen von meiner *u*-Furche mit dem S. occipitalis paramesialis von Elliot Smith, der weiter unten beschrieben werden soll; dabei fehlt *x* entweder oder ist in *b* aufgenommen; die Abbildung in seiner zweiten Arbeit (Das Stirnhirn) weicht sehr von obengenannter ab; letztere zeigt meiner Meinung nach *x* und *u* mit *b* vereinigt und einen selbstständigen S. occipitalis paramesialis. Auf diesem Gehirn ist der S. occip. lat. selbst zum S. triradiatus geworden, ähnlich wie Quain angiebt, aber der ersten Arbeit Eberstaller's nicht entspricht. Auch Weinberg fasst, wie mir scheint, *x* und *b* in seinem S. occip. later. zusammen.

Kehren wir noch einmal zurück zur Arbeit von Elliot Smith und dessen Deutung der Opercularbildungen auf dem Lobus occipitalis. Seine halbkreisförmige oder halbmondförmige Furche entsteht, wie die Textfiguren 7 und 8 deutlich zeigen, nur dann, wenn *u* und *Q* mit *b* verbunden sind; einen solchen Fall in extremer Ausbildung zeigt Hemisphere XXII; hier sind *u* und *Q* zu einem halbkreisförmigen Bogen zusammengeschlossen, der *b* nur wie ein Anhängsel trägt. Dieser Bogen schneidet oben in den dorsalen Rand und unten in den ventralen Rand ein; dabei bildet der hintere Rand ein deutlich vorspringendes Operculum. Hier hätten wir also einen echten Fall von Elliot Smith, aber die Ähnlichkeit mit einer Affenspalte ist auf diesem Gehirn noch viel weiter ausgebildet. Es schneidet hier nämlich eine Furche des Cuneus unter dem Operculum in den Mantelrand ein und wird auf der lateraler Fläche von einem Schlingengyrus abgegrenzt, der der Form nach genau dem Arcus parieto-occipitalis entspricht, wie er sich auf dem Gehirn der Semnopitheci zeigt, wo (ganz wie auf XXII) der hintere Teil des Arcus von dem Operculum bedeckt wird (Zeitsch. f. Morph. u. Anthr. Bd. VI, 1903. Taf. V, Fig. 2). Wenn nun Elliot Smith recht hätte mit seiner Vergleichung seines S. lunutus mit der Affenspalte (oder von *b* mit der Affenspalte), dann wäre

man auch berechtigt den obengenannten Sulcus n°. 9, der vom Cuneus auf die laterale Fläche hinüberzieht, mit der Fissura parieto-occipitalis der Affen zu vergleichen und den Schlingengyrus mit dem Arcus parieto-occipalis der Affen. Da dieses Gehirn aber auch den normalen S. parieto-occipalis (Furche n°. 5) des Menschen zeigt, so würde man weiter schliessen müssen, dass der S. parieto-occipitalis des Menschen nicht dem der Affen homolog sei; der S. parieto-occipitalis der Affen wäre dann am Menschenhirn weit caudalwärts vom S. parieto-occipitalis des Menschen zu suchen. Ich vermute, dass auch Elliot Smith vor diesem Schluss zurückschrecken wird.

Es wäre für die laterale Fläche des Lobus occipitalis nur noch eine Furche zu erwähnen, nämlich den oben bereits erwähnten *S. occipitalis paramesialis* von Elliot Smith, welche der Mantelkante entlang zieht; ich werde sie beim Cuneus näher beschreiben und hier nur erwähnen dass sie bereits durch Weinberg ausführlich beschrieben wurde (Letten S. 83); er nannte sie *Sulcus occipitalis marginalis obliquus* und sie soll bei Letten absolut constant sein.

Die Furchen des temporalen Hirnteils.

Sulcus temporalis superior s. primus, Supertemporal (*a*).

Wenn men diese Furche bei Affen betrachtet, dann zeigt sie sich als eine vom Pol des Lobus temporalis ausgehende Furche, welche parallel der Fissura lateralis nach hinten und oben zieht um unterhalb des S. interparietalis etwa zwischen den Furchen e^1 und *m*, also in einer Verlängerung der Fissura parieto-occipitalis zu enden. Häufig zeigt die Furche zwei Zweige, von denen der vordere (a^2) sich mehr oder weniger um den aufsteigenden Ast der Fissura lateralis krümmt und sich dem vorderen Teil des S. interparietalis nähert, während der hintere (a^1) mehr die ursprünglich oben erwähnte Lagebeziehung zum Arcus parieto-occipitalis oder der Fissura parieto-occipitalis beibehält. Übrigens sind diese Zweige bei Affen und Anthropoiden meist wenig ausgesprochen, häufig rudimentär oder losgetrennt, sodass man meist nicht den Eindruck einer Verzweigung erhält, sondern den einer Furche, die das eine Mal stark nasalwärts gekrümmt ist, das andere Mal schräg nach oben und hinten zieht. Beide Formen scheinen bei allen Genera vorzukommen; jedoch zeigt sich die schräg aufsteigende Form mehr bei niederen Affen und die nasalwärts gekrümmte mehr bei Semnopitheci, Hylobatiden und Anthropoiden [1]).

[1]) Vergleiche Zuckerkandl, III S. 16.

Die zweite Temporalfurche hat bei Affen niemals einen aufsteigenden Zweig, der bis zum S. interparietalis hinaufreicht und darum werde ich im Gegensatz zu EBERSTALLER jede Furche des Menschenhirns, welche der Lage nach einem der obengenannten Endzweige der ersten Temporalfurche entspricht oder welche im Lobus parietalis inferior gelegen bis zum S. interparietalis hinaufreicht, zur ersten Temporalfurche rechnen, wenn eine dieser Furchen auch, wie sich zeigen wird, den Eindruck erweckt aus einer zweiten Temporalfurche hervorgegangen zu sein. EBERSTALLER hat auf seinem Normalhirn einen solchen aufsteigenden Teil der zweiten Temporalfurche als vollständig freie Furche gezeichnet und WEINBERG's Normalhirn (Letten) zeigt ähnliches; trotzdem ist auch RETZIUS anderer Meinung (S. 124); er fügte sich der Auffassung EBERSTALLER's (W. M. Bl., S. 645) nur widerstrebend und aus rein äusseren Gründen. Anderseits muss ich zugeben, dass bei Betrachtung der Lettengehirne WEINBERG's die Auffassung EBERSTALLER's mehr berechtigt scheint als bei Betrachtung von Gehirnen der Javanen; denn erstere zeigen öfter eine freie vom S. temp. sup. vollständig unabhängige Furche im hinteren Teil des Lobus par. inf. Wegen ihrer Selbstständigkeit kann man sie ebensogut zum S. temp. inf. rechnen; weil sie sich aber anderseits an die meisten Gehirnen der Javanen und Letten an den S. temp. sup. anschliesst, während Verbindungen mit dem S. temp. med. weit seltner beobachtet werden, so bringe ich diese Furche doch lieber zum S. temp. sup. Übrigens können auch Affen solch eine selbstständige Furche zeigen, die zwischen *a* und *m* auftritt; ich hielt sie früher für Verdoppelungen von *m*, während ich sie heute zu den Temporalfurchen rechne und zwar als Verdoppelung des S. temp. sup. ZUCKERKANDL (III) hat diese Furche bei Affen und Menschen genauer studiert und sie Sulcus gyri angularis genannt (auf meinen Figuren ist sie mit a^1 bezeichnet); sie scheint dem S. occipitalis anterior von WERNICKE und, wie gesagt, dem R. ascendens des S. temp. med. der anderen Autoren zu entsprechen. ZUCKERKANDL hat sie bei Affen der neuen Welt, Hylobatiden und Anthropoiden nachgewiesen; ich fand sie früher auch bei Affen der alten Welt (l. c. S. 225, 226). Ich kann ZUCKERKANDL nur beipflichten, wenn er diese Furche zum Lobus parietalis rechnet; sowie dieser Lobus an Breite zunimmt, entwicklen sich solche Nebenfurchen zum S. temp. sup. Doch glaube ich, dass ZUCKERKANDL zu weit geht, wenn er auf den verschiedensten Gehirnen eine bestimmte Furche als S. gyri angularis bezeichnet; es sind die Variationen in dieser Gegend so gross (vergleiche Hemisphere VI), dass man sich mit der Be-

merkung begnügen sollte, dass im Lobus parietalis inferior caudalwärts vom S. temp. sup. häufig Furchen auftreten, die zu den vielen fächerartig auseinanderweichenden Furchen dieses Lobus gehören, die alle von einem Punkt, nämlich dem, wo *a* sich aufwärts beugt, auszugehen scheinen. Wo selbstständige Furchen vorliegen (Ss intermedii), würde ihre Verlängerung ventralwärts doch auch diesen Punkt schneiden. Will man nun zwischen diesen Strahlen homologisieren oder einen Strahl als selbstständige Bildung betrachten, dann führt dies nur zu Verwirrungen, wie eine Vergleichung meiner 25 Figuren jedem sofort zeigen kann.

Wenn man nur ZUCKERKANDL's Abbildungen beachtet dann erhält man den Eindruck, alsob der S. gyri angularis bei menschlichen Embryonen stets scharf von den anderen Furchen gesondert sei; aber trotzdem nehme ich einstweilen an, dass andere Embryonen die Furche wohl in inniger Verbindung mit dem S. temp. sup. zeigen werden, denn so zeigt sie sich bei RETZIUS, Tafel XVIII Fig. I und besonders häufig bei Erwachsenen. Getrennte Anlage einer Furche ist, wie in dieser Arbeit wiederholt hervorgehoben wurde, kein Beweis für anatomische Selbstständigkeit; darum ist es mehr angebracht beim Studium der Furchen vom ausgewachsenen Gehirn auszugehen. Leider giebt ZUCKERKANDL für dieses keine Zahlen; ich kann die Verhältnisse bei Javanen also nur mit denen seiner foetalen Gehirne vergleichen, bin mir dabei aber wohl bewusst, dass hier ungleichartige Grössen nebeneinander gestellt werden.

	35 Foetale Gehirne ZUCKERKANDL.	25 Javanen.
Der S. gyri angularis ist entwickelt. . .	33	18
" " " " " fehlt . . .	2	XI, XII, XIII, XVI, XVII, XXIII, vielleicht auch XIX.
Zeigt Anastomose mit dem S. temp. sup.	5	II, VII, IX, X, XV, XVIII, XXI, XXII.
Diese Anastomose nur angedeutet. . . .	3	V, VIII.
Zeigt Anatomose mit dem S. temp. med..	1	IV, XXV.
" " " " " interparietalis	1	Nur oberfl. auch XIV.
Mit dem S. occipitalis lateralis.	Nicht erwähnt.	III, vielleicht auch V und XXIV.
Der S. gyri angularis ist selbstständig . .	23	I, VI, XIV, XX.

Daraus geht hervor, wie schwankend die Verhältnisse sind und wie schwierig zuweilen der Sulcus zu bestimmen ist, sodass ich ihn dreimal als vielleicht fehlend bezeichnete und zweimal zweifelte, ob eine Verbindung zwischen einem Sulcus gyri angularis und dem S. occipitalis lateralis angenommen werde durfte. Weiter zeigt sich, dass der Sulcus bei Javanen häufig fehlt und dass Verbindungen mit dem S. temp. med. selten vorkommen, während Zuckerkandl sie bei Erwachsenen als häufig bezeichnet. Weiter kommt ein selbstständiger S. gyri angularis bei Javanen selten vor; den 66% Zuckerkandl's hätte ich nur 16 % entgegenzusetzen; auch ist die Furche bei Javanen häufig mit dem S. temp. sup. verbunden (40%), was bei Letten noch häufiger vorkommt (68%).

Alle diese Befunde bestätigen meine obengenannte Auffassung des von Zuckerkandl erwähnten Sulcus [1]).

Betrachten wir nur den S. temp. sup. der Javanen in der von Weinberg angegebenen Weise, so erhalten wir die folgende Tabelle.

	Letten 50	Esten 18	Javanen 25	Javanen. Nummern der Gehirne.
Temporalfurche in zwei Teile getrennt.	27	4	7	IV, VII, IX, XI, XVI, XVIII, XXII.
In drei Teile getrennt		2	4	I, X, XVII, XXV.
In vier Teile getrennt.		3	—	—
Die Furche ist einheitlich	23	9	14	II, III, V, VI, VIII, XII, XIII, XIV, XV, XIX, XX, XXI, XXIII, XXIV.
	Von der einheitlichen Furche ist ein Ast oder sind beide aufsteigenden Äste abgetrennt.			
Beide Äste abgetrennt.		4 : 9	1 : 14	XXI.
Nur ein Ast abgetrennt			6 : 14	V, VIII, XII, XIII, XX, XXIII.
	Die zersprengte Furche.			
Ist continuierlich mit aufsteigendem Ast	—	3 : 9	2 : 11	VII, XXII.
Von beiden Ästen getrennt.		6 : 9	5 : 11	I, IV, XI, XVI, XVIII.
Von nur einem Ast getrennt			4 : 11	IX, X, XVII, XXV.

[1]) Wenn Weinberg ihn bei Esten in 33 % mit dem S. temp. med. (t^2) und in 11% mit dem S. temp. inferior (t^3) vereinigt fand und Verbindungen mit dem S. temp. superior (t^1) nicht erwähnt, dann liegt hier wohl ein Irrtum oder Druckfehler vor.

Nach RETZIUS ist der aufsteigende Ast bei 16 % abgetrennt, was meinen 6 Fällen, wo beide Äste abgetrennt sind (24 %) entsprechen dürfte. Nach WEINBERG ist bei Letten die Furche der linken Seite weit häufiger zersplittert als die der rechten Seite. Häufig sah RETZIUS eine oberflächliche Brücke zwischen vorderem und mittlerem Drittel (Gyrus temporalis medius superior secundus) und zwar bei 29 %; ich möchte sie 28 % meiner Javanen zuschreiben unter Betonung, dass die Lage des Gyrus sehr wechseln kann.

Weiter unterscheiden wir am S. temp. sup. noch einen R. posterior, a^3 genannt, der von der Stelle ausgeht, wo die Furche zum Parietallappen rechtwinklig oder stumpfwinklig umbiegt; es wurde dieser Zweig, der bisher wenig beachtet wurde, oben bereits zur Bestimmung des S. occipitalis lateralis benützt. Er findet sich regelmässig bei Hylobatiden und Anthropoiden, kommt hingegen bei niederen Affen nur selten vor. Bei Russen (SERNOFF) und Letten (WEINBERG) kommt er constant vor; nach WEINBERG ist es dieser Zweig, welcher die Verbindung mit dem sogenannten R. ascendens des S. temp. med. vermittelt, welcher Auffassung ich nicht für alle Fälle beitreten kann, denn dieser R. ascendens kann direkt mit a verbunden sein und ausserdem ein freier a^3-Zweig sich zeigen. WEINBERG fand den a^3-Zweig auch bei den Esten; er kann dort aber häufiger fehlen (6 : 18 = 33 %). Bei Javanen kommt er auch constant vor, denn er fehlte nur zweimal (IX, XIV); auch RETZIUS erwähnt diesen Zweig, den er zuweilen in den S. temp. med. eintreten lässt; WEINBERG fand dies bei 22 % der Esten. Ich kann diese Angaben (sieh Letten oben, 68 %) nicht recht verwerten, denn die Autoren machen keinen strengen Unterschied zwischen dem R. ascendens des S. temp med. und dessen horizontalen Teilen. Verbindungen mit dem R. ascendens rechne ich nicht hierher, weil ich den R. ascendens zum S. temp. sup. füge. Lasse ich diese ausser Acht, dann finde ich offene Verbindungen von a^3 mit i nur an drei Hemispheren (IV, XXIV, XXV); in anderen Fällen treten sie sich nahe, aber es bleibt in der Tiefe ein trennender Gyrus (VI, X, XVII, XXI, XXII). Zuweilen findet sich eine oberflächliche oder tiefe Verbindung zwischen a und i ohne Vermittelung von a^3 (IX, XIII, XVI, XVIII, XXII, XXIII, XXV) und zwar an den verschiedensten Stellen der Temporalfurche; gleiches zeigen 22 % der Esten. Auf XX und XXIV ist a^3 verdoppelt; die Beziehungen zur b-Furche wurden oben bereits ausführlich erörtert.

Betrachten wir nun das nasale Ende des S. temp. sup. dann bemerken wir, dass die Furche stets weit nach vorn reicht fast bis

zum temporalen Pol; verkürzt zeigt sie sich selten (II). Am temporalen Pol ist ihr meist ein kurzer transversaler Sulcus vorgelagert, der *Sulcus temporalis transversus superior*. Dieser kann sich zuweilen mit der ersten Temporalfurche verbinden (IV, VIII, X) und dann tritt diese Verlängerung hinab auf die ventrale Fläche; eine wahre offne Verbindung liegt übrigens nur auf VIII vor. In anderen Fällen kann *a* allerdings ebenso weit nach vorn und abwärts ziehen, ohnedass sie mit der genannten Furche verbunden wäre (VI, XVI, ähnlich XXIII); es liegen dann vielleicht Verbindungen von *a* mit *i* vor.

Es kann sich dieser S. temporalis transversus übrigens verschieden gerichtet zeigen; die Entwicklung von *a* und *i* beeinflusst ihn. Die Furche ist nur angedeutet auf V, fehlt vollständig auf III (ohne in *a* aufgenommen zu sein); auf XI ist sie durch *i* von *a* abgedrängt; auf XXII scheint sie sich mit *i* verbunden zu haben oder sie fehlt; sie kann auch durch eine Zweigfurche sich oberflächlich mit *a* verbinden (VII); an anderen Gehirnen ist sie sehr stark (XX). An zwanzig der fünfundzwanzig Hemispheren konnte ich sie als selbstständige Furche nachweisen, Retzius etwas weniger häufig, nämlich bei 70 %.

Kehren wir nun zum dorsalen oder caudalen Ende zurück, an dem wir für den Menschen die beiden gleichen Endzweige nachweisen können wie bei Affen. Retzius erwähnte sie nicht und bemerkt nur, dass Vereinigung mit der Nebenfurche S. intermedius primus vorkommen könne, wodurch *a* dann auch zwei Endzweige erhalten würde. Ich finde beide Endzweige a^1 und a^2 regelmässig bei Javanen.

Der vordere Endzweig a^2 zieht in der Regel nicht nur aufwärts, sondern krümmt sich auch nach vorn und nähert sich der Mitte des S. interparietalis. Ist der obere Endzweig der Fissura lateralis sehr kurz, dann kann a^2 sich noch stärker vorwärts krümmen um den Ramus posterior ascendens dieser Fissur, um sich dem Sulcus retrocentralis in gleicher Weise zu nähern, wie man dies sonst häufig am obengenannten R. post. asc. beobachtet (II, VI, XIV, XV, XVI, XXV); auch kann a^2 stark um *S* gekrümmt sein und doch zur Mitte des S. interparietalis ziehen (I). Hat sich a^2 so stark um *S* nach vorn gekrümmt, dass er gewissermassen an die Stelle des Ramus posterior ascendens der Fissura lateralis tritt, dann ist a^2 meist verdoppelt und der zweite Teil zeigt dann die gewöhnliche Lage von a^2 (II, VI, XIV XV), aber auch sonst kann a^2 verdoppelt sein (VII); allerdings kann man dann ebensogut einen a^2-ähnlichen S. intermedius annehmen. Öfter bemerken wir,

dass a^2 vom Hauptsulcus losgetrennt ist durch einen oberflächlichen oder tiefen Gyrus (IX, XIII, XIV, XVII, XXIII, XXV); häufig zeigt sich a^2 besonders bei Verdoppelungen auch in seinem Verlauf gespalten (VI, VII, IX, XV, XIX). Seltner ist a^2 caudalwärts verschoben, sodass er nicht unterhalb der Mitte von *l*, sondern unterhalb dessen Nebenzweig e^1 endet (XXI); solche Fälle führen von a^2 zu a^1 hinüber. Oben erwähnten wir bereits, wie a^2 gewissermassen den R. post. asc. der lateralen Fissur vertreten kann; dass hier ebensowenig wie sonst am Gehirn scharfe Grenzen vorliegen, zeigt Hemisphere XI, wo a^2 mit diesem R. post. asc. zusammenfliesst. Es fehlt a^2 nur auf XXIV und XVII; auf XXIV wird er durch die starke Entfaltung des R. post. asc. verdrängt; auf XVII ist er wohl im dem besonders starken Sulcus intermedius enthalten.

Wo a^2, wie oben erwähnt, vom S. temp. sup. losgetrennt ist, da führt dies hinüber zu den Verdoppelungen des S. temp. sup., wie I, XII, XVI zeigen. Die stärksten Verdoppelungen zeigen I und XVI, weniger stark IV und XII; ich will diese Formen hier nicht näher beschreiben, da die Figuren sie deutlich zeigen. Wo zwischen *a* und *S* kleine selbstständige Furchen liegen, wie auf XIII und XVIII, da könnte man diese vielleicht als Andeutungen einer nicht entwickelten Verdoppelung auffassen. Oben habe ich schon hervorgehoben, warum ich bei Verdoppelungen wie auf I und IV, die untere Furche nie in dem Sinne deute alsob hier ein aufwärts steigender Zweig des S. temp. medius vorläge. Wäre die Verdoppelung wirklich zur mittleren Temporalfurche zu rechnen, dann würde es auch befremden, dass diese *i*-Furche trotzdem (wie auf I) noch weit nach hinten reicht. Ausserdem hat *i* bei Javanen fast niemals eine Andeutung eines aufsteigenden Zweiges. Vielleicht stossen wir hier auf einen Rassenunterschied, denn WEINBERG fand bei seinen Esten und Letten in der Regel diesen aufsteigenden Zweig des S. temp. med.

Der zweite Endast der *a*-Furche a^1 zieht nahe an den S. interparietalis hinan und endet meist unterhalb der Fissura parietooccipitalis. Auch dieser Endast kann Verdoppelungen zeigen (I, III, XV, XXIV, XXV), wobei der hintere Ast sich meist stark caudalwärts umbeugt (III, XV, XXIV, XXV) und zum Lobus occipitalis zieht. Übrigens kann auch dort, wo keine Verdoppelung vorliegt, a^1 caudalwärts abweichen (II, VII, IX). Auch WEINBERG erwähnt diese Abweichung des Endzweiges für Letten, den er dann aber dem S. temp. medius zuteilt, wozu meine Fälle ausser auf XXV keinen Anlass geben. Solche Abweichungen caudalwärts wurden bei Affen

bisher nicht nachgewiesen. Auch Abweichungen nasalwärts in der Richtung zu *e* können beim Menschen vorkommen (XIII, XVI, XIX, XXIII, XXIV); a^1 liegt dann also nicht in der Verlängerung der Fissura parieto-occipitalis. Auch ist a^1 häufig vom S. temp. sup. losgetrennt (V, VI, VIII, IX, X, XIV, XX) oder in seinem Verlauf gespalten (II, VIII, XVI); besonders kann auch bei Verdoppelungen der eine Arm abgespalten sein (I, III). Wo a^1 zum S. occipitalis abweicht, da zeigen sich Übergänge von a^1 zu a^3 und von diesen zum S. occipitalis lateralis (*b*).

Um a^2 beugt sich der Gyrus angularis, um a^1 der Gyrus parietalis posterior (Eberstaller W. M. Bl., S. 614). Übrigens ist hervorzuheben, dass losgetrennte a^1- und a^2-Endäste oft nicht mehr von den Sulci intermedii des Lobus parietalis inferior zu unterscheiden sind, welche genannte Gyri voneinander und vom Gyrus supramarginalis trennen; es liegt mir denn auch fern zu behaupten, dass meine Deutungen der Bildungen die einzig richtigen seien; es giebt am Gehirn eben keine Grenzen und schon Bischoff behauptete, dass diese Gehirnregion die variabelste aller Teile der Gehirnoberfläche sei.

Es kann a^1 oder a^2 dem S. interparietalis so nahe treten, dass nur ein Tiefengyrus die Furchen trennt (XX); häufiger kommt es vor, dass a^1 oder a^2 einem ventralen Zweige des S. interparietalis sich in gleicher Weise anschmiegen (II, III, VII, VIII, X, XII, XIV, XVI, XIX, XX, XXI). Zwei solcher Verbindungen zeigt eins dieser Gehirne (III); besondere Erwähnung verdient wohl noch XVII, wo ein Zweig des S. interparietalis (*V*) weit abwärts zieht und oberflächlich in *a* eintritt. Retzius fand Anastomosen zwischen S. interparietalis und Ramus ascendens des Sulcus temporalis superior bei 19 % und mit dem Ramus ascendens des S. temp. medius bei 6 %, zusammen also bei einem Viertel seiner Fälle. Ich fand niemals echte Verbindungen; sie kommen auch nach Eberstaller (W. M. Bl.) „so zu sagen" nie vor; will ich aber alle obengenannten Fälle, wo nur ein Tiefengyrus die Furchen trennt, den Fällen von Retzius entgegenstellen, dann würde ich an 13 Hemispheren Anastomosen constatiert haben, also an etwas mehr als der Hälfte meiner Fälle.

Es kann der S. temp. sup. auch Verbindungen mit dem S. temp. med. zeigen und zwar häufig durch Vermittlung des Endzweiges a^3 (IV, VI, X, XVII, XXI, XXII, XXIV); für XXV möchte ich Verbindung von *i* mit *a* durch Vermittelung eines losgetrennten a^3-Zweiges annehmen wie denn auch die Verbindungen auf den erstgenannten Hemispheren sehr selten ganz offene Verbindungen sind; es lässt sich fast immer noch ein Tiefengyrus nachweisen.

Andere Verbindungen zwischen *a* und *i* zeigen sich auf dem Lobus temporalis unterhalb der Fissura lateralis durch transversal gestellte Teilstücke von *i* (VII, IX, XI, XIII, XIV, XVI, XVIII, XXII, XXIII, XXV) und zwar fehlte in diesen zehn Fällen ausser auf IX, XVIII und XXIII auch jeder trennende Tiefengyrus.

Schliesslich wären noch Verbindungen mit der Fissura lateralis zu nennen und zwar entweder durch einen Zweig der Temporalfurche, welcher aufwärts zur Fissur zieht und in das temporale Operculum einschneidet ohne jedoch die Ringfurche zu erreichen (VII, XXV), oder indem ein Endzweig der Temporalfurche in den R. post. ascendens der Fissur eintritt (XI), oder auch indem der Ramus post. descendens der Fissur in die temporale Furche eintritt (VI), wobei sich in anderen Fällen noch ein trennender Tiefengyrus nachweisen lässt (XVII, XX). Besonders zu beachten sind die Anastomosen auf der Hemisphere VI zwischen *S* und *a* und zwischen a^3 und *b*, weil hierdurch der untere Scheitellappen vollständig vom Schläfenlappen getrennt wird.

Die bei Affen so häufige Form, wo der Ramus posterior ascendens der Fissur in die Temporalfurche eintritt, wurde bei Javanen nicht beobachtet; bei Letten kommt sie vor. Merkwürdig ist, dass WEINBERG an den rechten Hemispheren der Letten keine Verbindungen beider Furchen fand, wohl aber an neun der fünfundzwanzig linken Hemispheren; meine Befunde beziehen sich, wie erwähnt, nur auf linke Hemispheren der Javanen. Nach WALDEYER soll diese Verbindung bei Negern häufig vorkommen.

Sulcus temporalis medius s. inferior, Meditemporal (*i*)

Bekanntlich ist dies bei Affen niemals eine einheitliche Furche; sie wird meist durch zwei getrennte kleine Furchen representiert, von denen die eine ganz vorn zwischen der ersten Temporalfurche und der Fissura rhinalis liegt, die andere hinten unterhalb des vorderen Endes des Sulcus occipitalis lateralis zu finden ist. Seltner wird zwischen beiden Teilen ein drittes Stück beobachtet. Verbindungen mit den Furchen *a* und *b* kommen vor. Bei Betrachtung des Gehirns des Menschen fällt es uns auf wie ähnlich in ihren Hauptzügen auch diese Furche der der Affen ist; auch hier finden sich nur vereinzelte Furchenstücke, welche zu *a* oder *b* in Beziehungen treten können, wie oben bereits erwähnt wurde. In gleicher Weise, wie *i* bei Affen meist viel weiter nasalwärts reicht als der S. temp. sup. (*f*), so zeigt sich auch der Sulcus *i* beim Menschen am temporalen Pole und zwar meist in Gestalt zweier

Furchen. Zwischen diesen und der f^1-Furche (S. temp. inf.) bleibt ein breiter Zwischenraum, mit einigen Ausnahmen für die Fälle wo f^1 weiter als sonst kopfwärts reicht (X, XII, XIII, XVI); dann findet man auch statt der zwei nasalen *i*-Furchen öfter nur eine. Caudalwärts hingegen reicht die *i*-Furche meist weiter nach hinten als bei Affen, fast bis zum Occipitalpol. Stets ist die Furche sehr zersplittert, sie ist neunmal aus 4—5 Furchenstücken zusammengesetzt, zehnmal zeigen sich 6—7 Furchenstücke und sechsmal 8—10 Furchenstücke. Demnach würde die Furche bei Javanen stärker zersplittert sein als bei Esten, denn WEINBERG fand bei diesen in der Regel 4—5 Furchenstücke und bei fünf seiner achtzehn Hemispheren sogar nur 2—3 Furchenstücke. Vielleicht zählen wir in anderer Weise, sodass doch keine Unterschiede vorliegen; ich zählte eben jede auch kleinste Furche dieser Region, wie aus den Bezeichnungen mancher Figuren hervorgeht. Die Furchenstücke sind zum Teil sagittale, zum Teil transversale; auf jedem Gehirn finden sich beide Formen. Zuweilen zeigen sich auch etwas längere sagittale Bruchstücke, besonders am caudalen Ende (I, XI, XII, XIII, XV, XVI), in anderen Fällen weiter nasalwärts (III, IV, V, XVIII, XX, XXII) oder auch an beiden Orten (VIII). Eine einheitliche sagittale *i*-Furche, wie WEINBERG zweimal bei Letten beobachtete, sah ich niemals.

Ein sagittales Furchenstück auf dem Occipitalteil des Gehirns rechnet ELLIOT SMITH zu den Occipitalfurchen und bezeichnet es als S. occipitalis inferior. Über diesen Teil des S. temp. med., der unterhalb des (oder direkt nasalwärts vom) S. occipitalis lateralis liegt und bei Affen häufig quer gestellt ist, sich auch mit dem S. occip. lat. verbinden kann (sich oben), findet man näheres bei ZUCKERKANDL III. Ich rechne die von ihm beschriebenen Querfurchen alle zum S. temp. med. und bezweifle, dass diese höchst variabelen Furchen die Beachtung verdienen, welche ZUCKERKANDL ihnen widmete. WEINBERG bringt die Furchenstücke dieser Gegend zum S. temporalis tertius (inferior) und allerdings zeigen sie zuweilen Verbindungen mit f^1. Ich glaube, dass der Unterschied zwischen WEINBERG's und meiner Auffassung leicht zu erklären ist. An den Lettengehirnen zeigt der S. temp. med. meist einen starken aufwärts steigenden Zweig zum Parietalhirn, und wenn dieser Zweig nun auch noch, was bei Letten häufig eintritt, mit der Incisura parieto-occipitalis verbunden ist, dann ist die *i*-Furche nach hinten abgeschlossen und ist es begreiflich, dass man alles, was hinter dieser Linie liegt, zum S. temporalis inferior oder zu den occipitalen Furchen (ELLIOT SMITH) rechnet. Wo diese Grenze aber wie bei Javanen nicht gegeben ist, da wird man Furchen, welche in einer Flucht mit den anderen Stücken von *i* liegen und

häufiger nicht mit f^1 verbunden sind, auch zu i rechnen. Auf genannten aufsteigenden Ast des S. temp. med. müssen wir hier noch mit einigen Worten eingehen. Es wurde bereits erwähnt, dass ich ihn bei Javanen vermisse, während er bei Esten (13 : 18) und Letten fast regelmässig vorkommt. Zwar zeigt die Furche auch bei Javanen regelmässig transversale Elemente, von denen man das eine oder andere als R. ascendens bezeichnen könnte, aber sie reichen nicht über die a^3-Furche hinaus, bleiben also sehr weit vom S. interparietalis entfernt. Die einzigen Rr. ascendentes, die ich auch als solche bezeichnen möchte, zeigen die Hemispheren II, IX, XVIII, denn hier zieht ein Teil von i über a^3 hinaus, bleibt aber immer noch weit vom S. interparietalis entfernt. Will man für Javanen doch solch einen weit dorsalwärts reichenden Zweig annehmen, dann müsste man die oben erwähnten Verdoppelungen des S. temp. sup. auf I, IV, V, XXV hierzu heranziehen oder vielleicht die auf XV mit b bezeichnete Furche. Aber auch dann hätte man nur 4 oder 5 Fälle auf 25 Hemispheren und ich habe oben auseinander gesetzt, warum ich diese Verdoppelungen doch lieber zum S. temp. sup. rechne, zumal da auch WEINBERG bei Letten so häufig Verbindungen zwischen dem R. ascendens und dem S. temp. sup. fand, sei es denn auch nur durch Vermittelung des a^3-Astes (34 : 50). Wir fanden dann vielleicht gleiches, aber drücken es etwas anders aus. Sehr häufig (17 : 25) schneidet der S. temp. inf. (f^1) in den S. temp. med. (i) ein und zwar durch die Zweige, welche ersterer zur lateralen Fläche hinaufschickt. Einer von diesen ist ziemlich constant und liegt unterhalb des Lobus occipitalis, der andere ungefähr in der Mitte des unteren Gehirnrandes. Beide Zweige kommen, wie wir weiter unten besprechen werden, häufig auch bei Affen vor und führen zu gleichen Verbindungen beider Furchen, wie auch ZUCKERKANDL (V, S. 430) noch unlängst hervorhob. Erstgenannter Zweig entspricht der Incisura praeoccipitalis und wurde schon zur Abgrenzung eines Hinterhauptlappens verwendet, zu welchem Zwecke er aber zu inconstant ist. Übrigens sind die genannten Verbindungen zwischen i und f^1 fast immer nur oberflächlicher Art, sodass ein trennender Gyrus in der Tiefe erhalten bleibt und man nicht zu zweifeln braucht, wo i anfängt und f^1 aufhört; in seltneren Fällen finden sich aber auch offene Anastomosen, so auf XIX, XX, XXII, XXIV. Eine besonders erwähnenswerte Verbindung nennt WEINBERG für das Lettenhirn, nämlich die der Incisura praeoccipitalis (f^1) mit dem R. ascendens des S. temp. med.; bei Javanen fand ich sie nicht; nur zeigen die Hemispheren XII und XIX Formen, die einigermassen daran erinneren.

Subtemporal. Sulcus temporalis inferior s. tertius, (f^1)

Diese Furche ist bei Javanen meist in so inniger Weise mit der weiter medianwärts gelegenen Temporalfurche verbunden, welche die Autoren

Fissura collateralis s. S. temporalis quartus s. S. occipitotemporalis, Collateral (f)

nennen, dass es sich empfiehlt beide gleichzeitig zu behandeln, wie auch WALDEYER für Hylobates gethan hat (l. c. S. 53).

Betrachten wir zunächst ein Affengehirn, dann finden wir statt dieser zwei Furchen nur eine, die ich (nach ZIEHEN) mit f bezeichnete und es fragt sich nun: entspricht diese f-Furche der medianen oder der lateralen der beiden genannten Furchen des Menschen? Um hier zur Klarheit zu gelangen müssen wir uns die Furche bei den Affen näher ansehen. Ihr nasales Ende erreicht meist den temporalen Pol nicht (ganz wie der S. temp. inf. des Menschen). In anderen seltneren Fällen zieht sie wohl weit nasalwärts, beugt dann medianwärts um und tritt in diesen Fällen zur Fissura rhinalis, an welche sich beim Menschen meist nur die Fissura collateralis anschliesst. Nun werden wir aber weiter unten sehen, dass der S. temp. inf. bei Javanen auch zuweilen die Fissura rhinalis erreichen kann, ihr dann näher tritt als die in solchen Fällen verkürzte Fissura collateralis, gleichsam deren nasales Ende vertritt. Da die vorderen Enden beider Furchen des Menschen also gleiche Lage zeigen können als die f-Furche der Affen, so wird es schon hierdurch wahrscheinlich gemacht, dass die f-Furche der Affen beiden Furchen des Menschen entspricht. Es fragt sich nun aus welchen Teilen die Affenfurche f, welche ihrem Verlauf nach mehr der Fissura collateralis des Menschen entspricht, sich der S. temp. inf. entwickelt hat. Es ist dem S. temp. inf. der Javanen eigentümlich erst in der Mitte der unteren Hirnfläche (diese als Ganzes betrachtet vom orbitalen zum occipitalen Pol) zum Vorschein zu treten, denn für diese Regel fand ich nur wenige Ausnahmen (4 : 25), und weiter um Zweige zur lateralen Fläche zu entsenden, welche hier mit der i-oder b-Furche in Berührung treten können. Nun hat die f-Furche der Affen regelmässig einen lateralen Zweig f^1, der zur lateralen Gehirnfläche hinaufsteigt, zuweilen sehr stark sein kann, auch verdoppelt sich zeigt. Diese Zweigfurche der Affen ist wohl dem Hauptteil des S. temp. inf. der Menschen zu vergleichen. Man vergleiche z. B. die Unterfläche der Gehirne I und II

mit dem Affengehirn Fig. 85 m. j. (S. 229 meiner Arbeit über Variationen). Auf I und II ist f^1 auch nur ein Zweig der Collateralis, ganz wie auf dem Affenhirn f^1 ein Zweig von f ist, und f selbst der Fig. 85 tritt zur Fissura rhinalis ganz wie die Collateralis auf Gehirn I und II.

Achten wir nun auf das caudale Ende der Affenfurche, dann lässt sich zunächst feststellen, dass dieses gegabelt ist; ein Zweig (wohl richtiger als Hauptteil [1]) zu bezeichnen) bleibt dem medianen Rande nahe und nähert sich der Fissura calcarina, wie die Collateralis des Menschen; der andere Zweig hingegen beugt sich aufwärts zur lateralen Fläche zu den Furchen *b* und *x*, dem S. occip. lat. Dass der eine oder andere dieser Arme bei Affen fehlen kann, habe ich in der oben genannten Arbeit gezeigt. Letztgenannter Arm ist derjenige Teil der *f*-Furche der Affen, aus welchem sich der zweite caudale Teil des S. temp. inf. (f^1) des Menschen entwickelt hat, wie dies die Hemisphere II sehr deutlich zeigt, wo das caudale Ende dieser Furche sich in dieselben beiden Arme teilt wie bei Affen und der laterale Arm zur Mantelfläche emporsteigt. Nicht immer allerdings ist dieser laterale Arm mit der Hauptfurche der Collateralis verbunden; jedenfalls zeigt sich auf fast jeder Hemisphere dieser caudale Teil des S. temp. inf., der in den Rand einschneidend die Incisura praeoccipitalis bildet. ZIEHEN nennt diesen Teil bei Affen b^1. Bedenken wir nun noch, dass der mediane Arm von *f* auch bei Affen selbstständig werden kann, dass *f* sich in mehrere Teile zerlegt zeigen kann und diese Teile (wie ZUCKERKANDL IV andeutet) sich verschieben, sodass sie nebeneinander zu liegen kommen, dass sich weiter zwischen *f* und der Fissura calcarina Nebenfurchen entwicklen, die ich früher mit *D* bezeichnete und wieder zu *f* und *c* in Beziehung treten können, dann hält es nicht mehr schwer zu begreifen, wie aus einer Furche der Affen (*f*) zwei Furchen beim Menschen entstehen konnten: die Fissura collateralis und der S. temp. inf. ($f + f^1$ meiner Figuren); dabei ist besonders zu beachten, was ich unten noch näher zeigen werde, dass der S. temp. sup. des Menschen sich niemals ganz von der Fissura collateralis lostrennt, sodass auch beim Menschen die Zusammengehörigkeit bewahrt bleibt.

Es entsprechen also die *f*-und *D*-Furche der niederen Affen zusammen dem S. temporalis inferior plus Fiss. collateralis des Men-

[1]) Früher schrieb ich: „*f* der Affen kann sich lateralwärts beugen oder medianwärts"; dazu machte ZUCKERKANDL die richtige Bemerkung, dass solche Variationsbreite nicht zulässig sei (IV, S. 418); nicht *f* selbst, sondern ein neuer Zweig von *f* ziehe zur lateralen Fläche.

schen aber nicht etwa in dem Sinne, dass *D* allein als Fiss. collateralis zu bezeichnen wäre, wie WALDEYER für Hylobates leuciscus that und auch ich unter dem Einfluss BISCHOFF's; dafür ist die *D*-furche der niederen Affen viel zu inconstant und fehlt bei manchen (Macacus z. B.) vollständig. Dabei entspricht die Form und Lage der *f*-Furche bei Macacus der Fissura collateralis des Menschen; machte man hier direkte Vergleichungen, dann würde dem Macacus der S. temp. inf. ganz fehlen. Es sind also in der *f*-Furche Teile der Fiss. collateralis enthalten, wie schon ZIEHEN annahm. Bei den Anthropoiden finden sich Formen (ZUCKERKANDL IV), wo Fiss. collalateralis und S. temp. sup. wie beim Menschen und niederen Affen verbunden sind und andere, wo beide so selbstständig nebeneinander herziehen, dass die durchschnittlichen menschlichen Verhältnisse überholt werden. Wenn man beachtet wie die Furchen der basalen Fläche sich aus verschiedenen kleinen Stücken embryologisch entwickeln (RETZIUS), dann kann eine grosse Variationsbreite uns nicht in Erstaunen setzen.

Also erst durch Verzweigung von der Affenfurche *f*, dann Loslösung dieser Zweige, eventuell Verschmelzung, dann Spaltung des Hauptteils kann man sich den auch bei Javanen niemals einheitlichen S. temp. inf. entstanden denken und für diese Auffassung kann wohl kein stärkerer Beweis beigebracht werden als die Verdoppelung der *f*-Furche, die ich bei einem Semnopithecus fand (l. c., S. 229, Figur 85 m. j.!); dort hätten wir bereits durch diese Verdoppelung eine selbstständige Fissura collateralis und einen S. temp. inf., noch stärker ausgebildet als beim Menschen. Ich habe schon wiederholt darauf hingewiesen, dass dort wo ein Gehirnteil sich in die Breite entfaltet, neben den primären Furchen Parallelbildungen zu diesen auftreten, wie besonders der Lobus parietalis inferior zeigt; mir erscheint dies wie ein mechanisch bedingter Process und so erscheint mir auch der S. temp. inf. als eine Parallelbildung zur Fissura collateralis oder zur *f*-Furche der Affen, wie dies besonders bei Anthropoiden hervortritt; nur wird hier das Bild compliciert durch die lateralwärts aufsteigenden Zweige.

Es wäre gewiss wünschenswert, wenn diese enge Verwandtschaft beider Furchen auch in der Nomenclatur zum Ausdruck käme, aber diese ist seit langem schon so verwirrt, dass ich lieber keine neuen Namen in Vorschlag bringe; dies möge einer Nomenclaturcommission überlassen bleiben. Auf den Figuren habe ich die gleiche Herkunft beider dadurch hervorgehoben, dass ich die Fissura collateralis mit *f*, den S. temp. inf. mit f^1 bezeichnete; es belehren uns übrigens die Figuren, dass eine Trennung beider Furchen nicht

überall durchzuführen ist. Wenn man erfahren hat, wie der von den meisten Autoren einfach als selbstständige Furche beschriebene S. temp. inf. als solche oft kaum nachzuweisen ist oder dass er auf anderen Gehirnen in viele kleine Stücke zerfiel, dann fühlt man, dass die Erklärung ZIEHEN's (Anat. Anz. B. XI, 1896, S. 473), nach welcher die *f*-Furche der Affen der Fissura collateralis entspricht und der Mensch überhaupt keinen S. temp. tertius hat, manches für sich hat. Die vielen Furchenteile, welche früher mit diesem Namen belegt wurden, gehören dann zum S. temp. med. (*i*) oder zur Fissura collateralis (*f*), besonders zu letzterer. Anderseits kann aber manches Gehirn einen so gut ausgebildeten sagittalen S. temp. inf. zeigen (wie die Anthropoiden), dass hierdurch die alte Bezeichnung gerechtfertigt wird. Es waren diese Auseinandersetzungen bereits niedergeschrieben, als ich ZUCKERKANDL's Studie über die Fissura collateralis erhielt; ich konnte sie also noch verwerten, wie aus obigem hervorgeht; sie gab mir aber keinen Anlass meinen Gedankengang abzuänderen; es ist ja auch in beiden viel Übereinstimmendes.

Wegen ihres einfacheren Baues und ihres Charakters als Hauptfurche sei hier zunächst die Fissura collateralis einer näheren Betrachtung unterzogen. Diese zieht der Hauptrichtung nach von der Incisura temporalis bis zur Fissura calcarina; dabei zeigt sie stets einen sehr gewundenen Verlauf und viele Zweige; eine fast unverzweigte Furche gehört zu den Ausnahmen (XVIII).

Wir stossen uns bei der weiteren Betrachtung auf eine gewisse Schwierigkeit, nämlich um die vordere Grenze der Fissura collateralis zu bestimmen, und zwar weil von der Incisura temporalis häufig eine Furche ausgeht, welche der Collateralis entgegenzieht oder sich mit ihr vereinigen kann. Diese Furche wird meist als Fissura rhinica bezeichnet. Aber es kann auch zwischen Fissura collateralis und der Incisura temporalis eine kurze freie Furche liegen, welche von dem einen Autor zur Fissura collateralis als deren vorderes losgetrenntes Ende gerechnet wird, während andere Autoren (RETZIUS S. 139—140) sie zur Fissura rhinica rechnen. Diese Fissura rhinica kann dann einmal mit der Incisura temporalis, das andere Mal mit der Fissura collateralis vereinigt sein; bleibt eine Brücke zwischen Incisura temporalis und Fissura rhinica, dann nennt RETZIUS (S. 76) diese Gyrus rhinencephalo-temporalis anterior; bleibt ein Zwischenraum zwischen einer längeren Fissura rhinica und Fissura collateralis, dann wird sie als Gyrus rhinencephalo-fusiformis bezeichnet.

Wünschen wir zu wissen, ob wir diesen Bezeichnungen folgen

sollen, dann haben wir zunächst festzulegen wo der Gyrus temporalis aufhört und der Gyrus fusiformis anfängt und dann kann es wohl auf keinen Widerspruch stossen wenn wir erklären, dass es zwischen beiden nur eine Grenze giebt, den S. temporalis inferior; je nachdem nun eine Brücke oberhalb oder unterhalb dieser Linie liegt, werden wir sie als Gyrus rhinencephalo-temporalis oder als Gyrus rhinencephalo-fusiformis bezeichnen; es wird sich dann herausstellen, dass fast alle Gyri am vorderen Ende der Fissura collateralis zu den Gyri rhinencephalo-temporales gehören und nur wenige zu den Gyri rhinencephalo-fusiformes. Leider giebt es dann auch noch Gyri, bei denen man wegen der wechselenden Lage des S. temp. sup. zweifeln kann, ob sie zu der einen oder anderen Gruppe gerechnet werden müssen, wie wir an den Hemispheren IX, XII, XIX sehen werden, wo man entweder von zwei Gyri rhinencephalo-temporales reden könnte oder von einem, und einem Gyrus rhinencephalo-fusiformis. Ebenso schwierig ist es oft sich darüber zu entscheiden, welche Furchenteile man zur Fissura rhinalis, welche man zur Collateralis rechnen soll.

Bei den Affen wird die Fissura rhinica, von der Incisur ausgehend, meist durch einen breiten Zwischenraum von der Fissura collateralis getrennt; dabei kann die Fissura rhinica sehr kurz und auch caudalwärts stark verlängert erscheinen. Vereinigungen mit der Fissura collateralis kommen auch bei Affen und Hylobatiden vor; auch kann, wie ich aus den Beobachtungen von SERGI ersehe, die Fissura rhinica von der Incisur losgetrennt sein (Tav. 14, 1). Von vergleichend-anatomischem Standpunkt ist es also durchaus berechtigt eine freie Furche vor der Collateralis als Rhinica zu bezeichnen, aber anderseits wird man auch in den von mir gegebenen Abbildungen (Variationen Fig. 85, etc.) Fissurae collaterales finden, welche weit nach vorn reichen. Es lässt uns die vergleichend-anatomische Betrachtung hier also im Stich; es steht fest, dass die Fissura rhinalis sich weit nach hinten ausdehnen kann und die Fissura collateralis weit nach vorn; die Verlängerungen zeigen sich an gleicher Stelle und da wird die Wahl schwer. Ich schlage vor den Knoten in folgender Weise durchzuschneiden. Jede Furche, welche mit der Incisura temporalis verbunden ist, bezeichnen wir als Fissura rhinica, ebenso jede freie Furche, welche zwischen Incisura temporalis und Fissura collateralis liegt; von einer Vereinigung der Fissura collateralis mit einer Fissura rhinica sprechen wir nur in den Fällen, wo der Form nach eine Vereinigung deutlich zu constatieren ist, wie auf meinen Figuren 94, 95 (Variationen S. 230) und der Abbildung von SERGI (Tav. 14, 2 links); in allen anderen Fällen wird auch ein weit nach vorn

reichender Endteil der Fissura collateralis zu dieser gerechnet und nicht etwa durch Vereinigung mit einer Fissura rhinica erklärt. Sichte ich mein Material nach diesen Grundsätzen, dann erhalte ich folgende Facta:

Eine mit der Incisur verbundene Fissura rhinica zeigen I, II, IV, V, VI, VIII, XI, XIII, XV, XVI, XVII, XVIII, XXI, XXII, XXV.

Eine von der Incisura losgetrennte Fiss. rhinica findet man auf III, VII, IX, X, XII, XIX, XX.

Es fehlt die Fissura rhinica auf XIV, XXIII, XXIV.

Bei den Hemispheren der ersten und dritten Gruppe wird der Gyrus rhinenc. temp. zwischen der Incisura temporalis oder der Fissura rhinica einerseits und der Fiss. collateralis anderseits liegen; bei der zweiten Gruppe zwischen zwei Teilen der zertrennten Fissura rhinica. Wir werden den Gyrus nur dort entbehren, wo Fissura rhinalis und Fissura collateralis miteinander vereinigt sind (V, XVIII); auch kann es vorkommen, dass der caudale Teil der Fissura rhinica mit der Collateralis vereinigt ist und sich trotzdem dieser Gyrus zwischen zwei Teilen von *y* findet (XX).

Wir hätten demnach einen Gyrus rhinencephalo-temporalis an 23 der 25 Hemispheren (*rt* der Figuren).

Suchen wir nun nach dem Gyrus rhinencephalo-fusiformis, dann finden wir diesen mit *rf* bezeichnet auf III, VII, X, XIII; in anderen Fällen (IX, XII, XIX) kann man zweifeln, ob ein Gyrus rhinenc. fusif. oder ein zweiter Gyrus rhinenc. temp. vorliegt; ich ziehe letztere Bezeichnung vor. Dass auch ein doppelter oder dreifacher Gyrus rhinenc. fus. vorkommen kann, zeigt XVII.

Wir erhalten dann einen Gyrus rhinenc. temp. . . .	20	Hemispheren.
Eine doppelten „ „ „ . . .	3	„
Einen Gyrus rhin. fusif.	4	„
Einen doppelten Gyrus rhin. fusif.	1	„

Da ich eine neue Einteilung vornahm, kann ich meine Resultate nicht mit denen anderer Autoren vergleichen und will nur erwähnen, dass ein Gyrus im vorderen Teil der Fissura collateralis bei 56 % der Letten, 66 % der Esten, 39½ % der Russen (Sernoff) und 60 % der Schweden gefunden wurde. Das Fehlen der Fissura rhinica constatierte ich an 12 %, Retzius nur an 5 %; in solchen Fällen liegt ein breiter Zwischenraum zwischen *y* und *f*.

In seltenen Fällen tritt der S. temp. inf. (f^1) der Fiss. rhinalis näher als die Fissura collateralis (*f*), so auf III und XIII; das vordere Ende von f^1 scheint dann *f* zu vertreten. Auf II und VI ist überhaupt nicht zu bestimmen, ob das vordere Ende zu *f* oder f^1 gehört.

Am occipitalen Ende tritt *f* der Fissura calcarina häufig ebenso nahe wie am nasalen Ende der Fissura rhinica. Anastomosen zwischen *c* und *f* (die bei Affen vorkommen) habe ich aber niemals gesehen; nur liegt auf V zwischen *c* und *f* eine kleine Furche, welche in beide oberflächlich einschneidet; es ist hier also der Gyrus rhinencephalo-lingualis von RETZIUS in die Tiefe gedrängt, was auch bei 6 % der Schweden beobachtet wurde. Sehr merkwürdig ist die Bildung auf XXIII, wo die Fissura parieto-occipitalis (der Stamm dieser und der Calcarina) direkt aus der Fissura collateralis hervorgeht; auch nicht die Spur einer tiefen Schwelle zeigt sich hier, nur Interdigitationen, wie auch sonst in diesen Furchen.

Es zieht hier also, da auch der Gyrus cunei fehlt, eine Furche in einer Flucht vom temporalen Pol hinauf zur medianen Mantelkante. [1]) Stets zeigt das caudale Ende der Fissura collateralis viele Verzweigungen; zuweilen sind diese so stark, dass sie wie eine Verdoppelung des caudalen Endes der Fissur anmuten (II, III, IV, VII, VIII, X, XI, XV, XVII, XVIII, XX, XXIII), und wenn einer dieser Endzweige losgetrennt ist (II, VII, XV, XVIII), dann weiss man oft nicht recht ob man ihn noch zur Collateralis rechnen soll. Anfangs war ich geneigt diese Furchenstücke zum S. temp. inf. zu rechnen, sodass diese in solchen Fällen bis zur Calcarina ziehen würde, was WEINBERG auch für Letten erwähnt; meist sind diese am occipitalen Pol gelegenen Furchen aber weder mit *f* noch mit f^1 verbunden. RETZIUS bemerkt, dass der S. temp. sup. und der S. temp. med. sich beide aufwärts beugen, meint daher (S. 141), dass man dies auch für den S. temp. inf. annehmen solle; dann endet dieser Sulcus stets an der Incisura parieto-occipitalis. Alles was hinter dieser zwischen dem Occipitalpol und der Collateralis liegt, wäre dann letzterer zuzuzählen. Ich weiss wirklich nicht welche Auffassung die begründetere ist; auf den Figuren bezeichnete ich solche Furchenteile mit f^1, rechnete sie also zum S. temp. inf. Es giebt eben zwischen S. temp. inf. und Fissura collateralis keine scharfe Grenze, wie ich auch schon für das nasale Ende hervorhob und wie jede primitieve Furche am Menschenhirn in ihrer Nähe parallele Nebenfurchen hervorruft, so möchte ich auch manche dieser Furchen als solche Nebenfurchen betrachten; besonders deutlich zeigen sie VI, X, XIII, XIV, XVII, XXIII, wo sie in den occipitalen Pol einschneiden; in an-

[1]) WEINBERG beobachtete bei Letten einen ähnlichen Fall (l. c. S. 110, Tafel XIII, Fig. 124); RETZIUS fand gleiches sechsmal, aber in allen diesen Fällen blieb der in die Tiefe hinabgedrückte Gyrus rhinencephalo-lingualis nachweisbar, was bei den erstgenannten Beobachtungen nicht der Fall ist.

deren Fällen ziehen diese Furchen der Calcarina zu. Auch WEINBERG erwähnt sie als Furchenelemente, die von aussen her quer über die Spitze der Basis herüberziehen.

Es kann durch die Verzweigungen das hintere Ende der Collateralis sehr verschieden gestaltet sein; entweder beugt sie sich nahe der Wurzel der Fissura calcarina frühzeitig medianwärts um und tritt zur medianen Fläche an die Calcarina heran (9 : 25), oder sie zieht direkt caudalwärts zum occipitalen Pol (10 : 25), in den sie dabei einschneiden kann (XVI, XVII, XXI, XXII), oder sie teilt sich in zwei Endzweige von denen der eine die erstgenannte Richtung, der andere die zweite Richtung zeigt (6 : 25). Verbindungen zwischen *f* und f^1 kommen sehr häufig vor; zunächst geht der vordere oder Hauptteil von f^1 wie ein Zweig aus der Mitte von *f* hervor (I, II, V, VI, XI, XV, XIX, XX, XXI, XXIV), wobei sich dann auf I, XI, XV, XX, XXI noch ein trennender Tiefengyrus nachweisen liess. Ebenso kann der hintere Teil von f^1 Verbindungen mit *f* zeigen, die ihn öfter als einen Zweig von *f* erscheinen lassen, so z. B. auf II (10 : 25); auch können schliesslich noch die Teile von f^1, welche hinter der Incisura praeoccipitalis liegen (sieh oben), Verbindungen mit *f* zeigen (I, IX, XX); auch diese hinteren Verbindungen zeigen häufig (etwa bei einem Drittel der Fälle) noch den trennenden Gyrus. Auf XII hingegen tritt *f* so in f^1 ein, alsob *f* ein Zweig von f^1 sei. Nur auf X, XV, XVI, XVIII, XXII, XXIII fand ich zwischen beiden Furchen keine Verbindungen. Es kommen diese Verbindungen bei Javanen, wie es scheint, häufiger vor als bei anderen Völkern, denn bei Russen (SERNOFF) sollen sie selten sein; bei Esten fand WEINBERG sie nur bei zwei von achtzehn Hemispheren, aber bei Letten in der Hälfte der untersuchten Fälle. Erwähnenswert ist noch, dass zwischen der Fissura calcarina und der Fissura collateralis kleine sehr wechselende Furchen liegen (*Sulci gyri lingualis*), welche öfter mit *f* verbunden sind und zur Calcarina häufig mehr weniger parallel verlaufen, warum WEINBERG sie auch (Letten l. c., S. 93) als *Ramus subcalcarinus* bezeichnet hat [1]); sie fehlen bei Letten und Javanen wohl niemals. Als eine mit der Collateralis verbundene sagittale Furche fand ich sie bei Javanen zweimal, nicht verbunden neunmal, zwei Furchen von denen die eine nicht verbunden, die andere wohl an fünf anderen Hemispheren. An den letzten neun Hemispheren zeigten sich nur transversale Furchenstücke. Beobachtete ich eine sagittale Furche also nur an 16 Hemispheren

[1]) RETZIUS (S. 141) nennt diese Furche Sulcus sagittalis gyri lingualis.

(64 %); so fand WEINBERG sie bei Letten an 96 % seiner Hemispheren. Meiner Meinung nach gehört auch diese Furche zu den parallelen Furchen und zwar zu denen, welche unter dem Einfluss der Calcarina stehen, wie XXV besonders deutlich zeigt.

Wir wollen nun zu den Details des S. temp. inferior übergehen. Es wurde diese Furche früher immer viel zu systematisch behandelt; man gab ihr einen vorderen und einen hinteren Teil, welche beide ungefähr sagittale Richtung zeigen. So einfach verhalten sich aber diese Teile nicht; man findet meist eine so grosse Anzahl kleiner Furchenstücke, dass es recht schwierig wird sie zu beschreiben. Die jüngeren Autoren gehen näher auf die Zersplitterung ein (RETZIUS S. 140, WEINBERG für Letten S. 89) und doch möchte mir nach meinen Befunden bei Javanen scheinen, dass sie immer noch nicht genug auf die Zerspaltungen hinwiesen, oder es müssen hier Rassenunterschiede vorliegen. So fand WEINBERG bei Esten eine einheitliche Furche bei 22 %, bei Letten 18 %; meinen Javanen ähnlicher sind die Schweden, die nur sehr selten eine einheitliche Furche zeigen (RETZIUS S. 140). Wo keine einheitliche Furche vorliegt, lässt WEINBERG sie aus 2 oder 3 Stücken bestehen. Hingegen fand ich niemals eine einheitliche Furche und obgleich ich solchen Zählungen selbst keinen Wert beimesse, da man nicht weiss, welche Furchenelemente gezählt werden sollen, so verdient im Gegensatz zu den anderen Autoren doch hervorgehoben zu werden, dass ich einmal 8 Elemente fand, achtmal 5—6 Teilstücke, zehnmal 4 Teilstücke, viermal 3 Stücke, zweimal 2 Teile. Übrigens fand WEINBERG auch nur einmal eine Furche, die sich einheitlich über den grössten Theil der Basis erstreckt; es ist meiner Meinung nach reinster Schematismus, wenn man diese Form als normale betrachtet; jedenfalls ist diese Auffassung nicht vergleichend-anatomisch begründet.

Betrachten wir nun f^1, dann ist zunächst festzulegen, dass diese Furche wie die *f*-Furche der Affen meist nicht über die Mitte der Basalfläche des Gehirns hinausreicht; etwas weiter kopfwärts zeigt sich die Furche auf III, IV, VII, VIII, XI, XV, XXII; weit über diesen Punkt strebt sie nasalwärts auf V, X, XII, XIII, XVI; auf V könnte man das vordere Stück allerdings auch zu *i* rechnen. In mehr als der Hälfte der Fälle beschränkt sie sich demnach auf die hintere Hälfte der basalen Fläche.

Bekanntlich hat die Furche einen vorderen mehr constanten Hauptteil und einen hinteren mehr wechselnden Teil, wie besonders RETZIUS hervorhob. Der Hauptteil zeigt sich häufig als eine zusammenhängende sagittale oder zur lateralen Fläche aufwärts

steigende gekrümmte und verzweigte Furche (I, II, III, VIII, XII, XIII, XVI, XX, XXII, XXIV, XXV); in mehr als der Hälfte der Fälle (14 : 25) ist sie jedoch in zwei oder drei Teile zersprengt. Von ihr steigt regelmässig ein Zweig zur lateralen Fläche hinauf; seltner zeigen sich zwei solcher Zweige (8 : 25), noch seltner drei (1 : 25); es kann dieser Zweig ja auch bei Affen verdoppelt sein. Er fehlte nur zweimal (VII, XIII) und war dort wohl durch eine sich herabsenkende *i*-Furche verdrängt. Statt die Seitenzweige lateralwärts zu entsenden (z. B. I, II) kann der vordere Teil des S. temp. inf. auch selbst zur lateralen Fläche hinaufziehen (z. B. III, VIII). Übrigens ist die Stelle, wo die Zweige oder die Furche einschneiden, keine constante; sie kann mehr nach vorne oder mehr nach hinten verlegt sein. Im Allgemeinen ist dieser vordere Teil nur eine kurze Furche; es kommen aber Hemispheren vor, wo ihr caudales Ende auf der lateralen Fläche aussergewöhnlich verlängert erscheint und dabei einen ganz merkwürdigen Verlauf zeigt. In diesen Fällen tritt die Furche selbst (VII, IX, XIX, XXII) von der basalen Fläche auf die laterale hinüber, bildet dort einen Bogen und kehrt mit dem absteigenden Ast dieses Bogens auf die basale Fläche zurück; die Abbildungen zeigen dies bei Vergleichung der basalen Flächen mit den lateralen sehr deutlich. In solchen Fällen ist der hintere Teil des S. temp. inf. zum Teil verdrängt; wenigstens geht die Incisura praeoccipitalis nicht mehr von ihm aus, sondern wird durch den absteigenden Teil genannten Bogens repräsentiert. Weit stärker noch war solch eine Furche auf X ausgebildet. Man nehme die betreffenden Figuren zur Hand und beachte, wie hier f^1 bei 8 auf die laterale Fläche tritt um bei 9 wieder auf die basale zurückzukehren, wo sie nochmals einen Bogen bildet; dann zieht sie wieder bei 9 aufwärts zur lateralen Fläche; hier entsteht ein dritter Bogen und am occipitalen Pol, bei 11, kehrt der absteigende Schenkel dieses dritten Bogens wieder auf die untere Fläche zurück. Zwischen vorderem und hinterem Teil des S. temp. inf. liegen meist kleine Furchenstücke; vereinigen diese sich mit dem vorderen Teil dann entstehen sagittale Furchen, die der Fissura collateralis mehr oder weniger parallel verlaufen (z. B. VII, XIII, XXIV) und tritt nun noch Verbindung mit dem hinteren Teil ein, dann erhalten wir den einheitlichen S. temp. inf., wie ihn WEINBERG bei Letten einmal beobachtete.

Gehen wir nun caudalwärts zum hinteren Teil über, dann möchte ich zunächst bemerken, dass dieser bei Esten und Letten zuweilen ganz zu fehlen scheint, denn WEINBERG beobachtete bei beiden Völkern, allerdings ausnahmsweise (8—10%), einen S. temp. inf.,

der sich ganz auf den mittleren Teil der Basalfläche beschränkte; ich fand stets hintere Teile in der Nähe des Occipitalpols und ich vermute, dass dort wo WEINBERG sie nicht fand, sie durch Zweige der Fissura collateralis representiert wurden. Ich habe oben bereits hervorgehoben, dass auch der hintere Teil häufig als ein Zweig von *f* erscheint (z. B. auf II), oder, wo dieser hintere Teil des S. temp. inf. stark zersplittert ist, findet sich dort meist ein Zweig der Fissur, welche sich diesen Furchenstücken nähert. Man kann die Furchenstücke dieser Region in zwei Gruppen sondern: die der einen streben aufwärts zur lateralen Fläche, welche sie durch die Incisura praeoccipitalis erreichen — nach RETZIUS ist nur diese Gruppe zum S. temp. inf. zu rechnen —; die andere zieht zum occipitalen Pol oder krümmt sich medianwärts zur Calcarina.

Dass zwischen beiden Gruppen keine scharfen Grenzen zu ziehen sind, braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden. Dabei muss ich bemerken, dass die Incisura praeoccipitalis sowohl mit den Furchen der ersten Gruppe (Regel) als mit den Furchen der zweiten Gruppe (Ausnahme, wie auf III, IV, V) verbunden sein kann; es fehlt diese Incisur oder dieser hintere laterale Zweig von f^1 nur selten (I, VI, VIII, XIII, XIV, XXIV); auf VII, XV u. s. w. sind die beiden Gruppen untrennbar vereinigt. Wenn die Incisura fehlt, dann ist sie öfter durch *Q* verdrängt, welche ihre Stelle einnimmt (I, VI, VIII, XIV, XXIV); auf XIII wird sie durch ausserordentliche Ausbildung von *i* verdrängt und wie oben bereits bemerkt wurde kann die Incisur auch dort die Verbindung mit dem hinteren Teil des S. temp. inf. einbüssen, wo das caudale Ende des vorderen Teil aussergewöhnlich stark sich ausbildete (IX, X, XIX, XX, XXII). Es fehlt die Incisur also eigentlich niemals (vielleicht ausser auf XIII); die Entfernung zum occipitalen Pol kann aber eine sehr verschiedene sein und darum eignet sie sich nicht zur Abgrenzung von Gehirnregionen. Teile von f^1, die bis nahe an die Calcarina herantreten zeigen übrigens die meisten Hemispheren, während WEINBERG sie nur von vier Lettenhemispheren erwähnt; auf diese Unterschiede zwischen Letten und Javanen wollen wir nun noch etwas näher eingehen.

Zunächst wurde oben bereits bemerkt, dass es den Anschein hat alsob der S. temp. inf. der Javanen weit stärker zersprengt sei als der der Letten. Doch glaube ich, dass hier ein künstlich construierter Unterschied vorliegt, den wir dem bekannten Schematismus danken. Mir scheint, dass WEINBERG immer die Form der Furche vorschwebte, welche sein Normalhirn (l. c. S. 41. Fig. 2) zeigt. Diese lässt den S. temp. inf. ungefähr von der Mitte der basalen Fläche ausgehen (häufig als Zweig der Collateralis) und nun caudal und lateral-

wärts ziehen um die laterale Fläche durch die Incisura praeoccipitalis zu erreichen. Darum auch bezeichnete er auf seinen Abbildungen immer nur diejenigen Furchenstücke, welche genannter Lage entsprechen, mit t^3; die anderen Furchenelemente bleiben ohne Bezeichnung. Er vernachlässigte, dass die Furche aus einem vorderen und einem hinteren Teil zusammengesetzt ist und beide Zweige zur lateralen Fläche entsenden können. Eine Furche, die etwa seiner Norm entspricht, zeigen meine Hemispheren III, VIII, XX, aber immer nur der vordere Teil des S. temp. inf. dieser Hemispheren. Allerdings könnten hier Rassenunterschiede vorliegen, aber diesen Gedanken muss ich zurückweisen, denn ich habe alle Figuren, welche Weinberg für Letten gab, durchmustert und dabei constatiert, dass die Letten die gleichen vielfachen Variationen und Spaltungen dieses Sulcus zeigen wie die Javanen und es ist dabei merkwürdig, dass Weinberg's Gedankengang zuweilen in meine Bahnen hinüberging, da er auf einzelnen Figuren (wie Tafel VI, n° 34) fast bis zum occipitalen Pol reichende Furchenstücke mit t^3 bezeichnete, also den hinteren Teil des S. temp. inf. wohl erkannte. Auch findet sich am Schluss seiner Beschreibung der Fissura collateralis (l. c. S. 94) eine Bemerkung, aus welcher hervorgeht, dass ihm die caudalen Teile des S. temp. inf. nicht entgangen sind: „Man kann bei der Mehrzahl unserer Hirne die Beobachtung machen, dass hinter dem einfachen oder T-förmigen Ende der Occipitotemporalfurche (Fiss. collateralis) noch ein resp. zwei weitere Furchenelemente, gewöhnlich von aussen her quer über die Spitze der Basis hinüberziehen, so zwar, dass letztere hier in zwei oder mehrere rein quere oder etwas schräge Windungsstücke zerfällt."

Ich rechne diese Furchenelemente, weil sie eben lateralwärts häufig auf die laterale Fläche hinübertreten, welche Eigenschaft doch nur dem S. temp. inf. zukommt, zu dieser Furche (vergleiche III, IV, V, VII, XI, XVII u. s. w.), auch weil die *f*-Furche bei Hylobates und Semnopithecus bei gleichzeitig vorhandener *D*-Furche sich zur Calcarina umbeugen kann und dann von lateral nach median gerichtet ist (Variationen, Fig. 85 und 96).

Auch scheint es mir praktisch zu sein um, damit man in diesem Furchengewirre überhaupt seinen Weg findet, der Fissura collateralis die einfachste Form zuzuschreiben. Es zeigen diese Furchen der basalen Fläche vielleicht deutlicher als alle andere, dass jede Vergleichung mit Affenfurchen nur „cum grano salis" aufgefasst werden soll; geht man zu weit in Details, dann wird die Verwirrung nur noch grösser.

Für die Verbindungen zwischen den Furchen f^1, *i*, *h* kann ich auf die Beschreibung der beiden letztgenannten Furchen hinweisen.

B. DIE FURCHEN DER MEDIANEN FLÄCHE.

Sulcus cinguli s. callosomarginalis (*d*).

Dem allgemeinen Verlauf nach ist diese eine der wenigen Furchen, welche bei Affen und Menschen fast völlige Übereinstimmung zeigen und darum kann ich eine Beschreibung der Affenfurche und detaillierte Vergleichung vermeiden und kürzere Vergleichungen in den Text einflechten. Es schien bis vor Kurzem, dass sich ein auffallender Unterschied zwischen Affen- und Menschenfurche ergeben habe, denn den vielen Überbrückungen und Unterbrechungen der Furche des Menschen schien bei Affen eine einheitliche Furche sich entgegenzustellen. Inzwischen mehrten sich aber für ein Affengenus „die Hylobatiden" die Befunde, welche zeigten, dass wenigstens bei diesem Genus kein Unterschied in Bezug auf diesen Punkt sich aufrecht erhalten lässt. Zunächst fand DENIKER [1]), dass beim Hylobates-foetus der aufsteigende Arm (Pars marginalis) ganz vom sagittalen Teil losgetrennt sein kann (Brücke 4); dann fand WALDEYER [2]) eine Lostrennung der Pars subfrontalis (Brücke 0 oder 1); gleiches beobachteten ZUCKERKANDL (I, S. 195) und SERGI (l. c., S. 231) und schliesslich wurde auch Brücke 2 oder 3 durch SERGI (S. 232) entdeckt; auch soll letztere sich auf der Abbildung BISCHOFF's zeigen. Da nun das Hylobatidenhirn von allen Affen das am besten untersuchte ist, so liegt der Schluss auf der Hand, dass auch die anderen Affen sie zeigen dürften, wenn man nur eifrig danach suchte; es wurde bisher (und dies gilt sicher für meine eignen Arbeiten) zu wenig darauf geachtet.

Betrachten wir nun die Brückenbildungen an den Furchen der Javanen. EBERSTALLER und andere Autoren unterscheiden an dieser Furche

---

[1]) DENIKER; Archives de zoologie expérimentale et générale, Ser. II, t. 3, Paris 1885.

[2]) WALDEYER; Internationale Beiträge zur Wissensch. Medicin. Festschrift v. R. Virchow, Bd. 1, 1891.

drei Teile; wir wollen uns einstweilen an diese halten, obgleich sich weiter unten zeigen wird, dass sich sechs Teile unterscheiden lassen.

Eerster Teil, Pars anterior von Eberstaller, Fissura prelimbica von Quain, der praecallosale Teil Weinberg's. Dieser umfasst den Teil der Furche, welcher unterhalb des Balkenknies liegt, sich um das Knie aufwärts krümmt und zwar bis an einen Punkt, der oberhalb der Commissura anterior liegt; dort findet sich die von EBERSTALLER mit 2 angedeutete Brücke. Es ist dieser Teil bei Javanen häufig von dem S. cinguli losgetrennt durch das Auftreten genannter Brücke (III, VI, VII, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXV). Auf XXIII nimmt der S. cinguli an der Stelle, wo sonst die Brücke 2 erscheint, sehr an Tiefe ab und bleibt bis zwei Centimeter rückwärts sehr seicht, um an der Stelle, wo Brücke 3 erscheinen kann, wieder tiefer zu werden.

Zweiter Teil, Pars intermedia Eberstaller's. Dieser wird rückwärts zuweilen von dem aufsteigenden Teil (Pars marginalis) durch eine Brücke losgetrennt, welche EBERSTALLER mit 3 bezeichnete; sie liegt im vorderen Teil der medialen Fläche des Gyrus praecentralis. Diesen ersten und zweiten Teil von EBERSTALLER findet man bei Engländern und Amerikanern häufig zusammengefasst als *S. callosi marginalis* oder *Supracallosal;* nach der neuen deutschen Nomenclatur wären beide Teile als *Pars subfrontalis* des Sulcus cinguli zu bezeichnen. Man findet die Brücke 3 nur auf meinen Hemispheren VI, VIII, XXV und zwar haben VI und XXV durch gleichzeitiges Auftreten der Brücke 2 eine ganz freie Pars intermedia.

Dritter Teil, Pars posterior von Eberstaller. Dieser hat einen horizontalen und einen aufsteigenden Arm, von denen der letztere in die Mantelkante einschneidet. Diesen Teil nannte WILDER *Fissura paracentralis*, die deutsche Nomenclatur-Commission *Pars marginalis* (VI, VIII, XXV).

Es kommen aber noch weitere Brücken vor und so noch weitere Teile und zwar im ersten und dritten Teil. Im ersten Teil findet sich zuweilen Brücke 1, welche dort liegt, wo die Furche sich um das Genu corporis callosi krümmt an der dem Frontalpol am nächsten gelegenen Stelle dieser Furche; sie findet sich auf IV, X, XVI, XVII, XXII. Auch kann sich eine Brücke in dem Teil des Sulcus cinguli finden, welcher unterhalb des Balkenknies liegt, welchen Teil man auch Pars subfrontalis oder nach WEINBERG Pars subcallosalis genannt hat. Diese Brücke, die wir nur mit 0 bezeichnen können, findet sich auf II, IV, IX, X, XIII, XIX.

Auch der dritte Teil kann noch zwei Brücken zeigen, zunächst die welche EBERSTALLER mit 4 bezeichnete, wodurch in der Pars

marginalis der horizontale Teil vom aufsteigenden Teil getrennt wird; ich fand diese Brücke, wenn auch ganz in die Tiefe gedrückt, auf XVII, XX, XXII. Retzius hat dann noch hervorgehoben, dass das letzte Ende dieses dritten Teiles, welches wie bekannt in den Mantelrand einschneidet (Incisura sulci cinguli) von dem Rest des aufsteigenden Teils abgetrennt sein kann; solches sieht man auf XII, XVII; ich habe die trennende Brücke mit 5 bezeichnet. Achtet man auf diese sechs Brücken, dann wird ein ununterbrochener S. cinguli allerdings zu den Seltenheiten gehören; ich fand ihn denn auch nur viermal (I, XIV, XV, XXIV); zwar hat auch XI eine einheitliche Furche, aber ihr fehlt die Pars subcallosalis vollständig und könnte diese zum Teil in der Verdoppelung der Furche enthalten sein, warum ich für XI lieber die Brücke I annehme. Beachte ich hingegen nur die vier von Eberstaller genannten Brücken (1—4), dann wären auch II, IX, XII, XIII zu den continuirlichen Furchen zu rechnen. Die nachfolgende Tabelle zeigt, wie sich die Brücken über die Hemispheren verteilen.

HEMISPHERE.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.	XXV.
Einheitllche Furche....	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Brücke 0...	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	=	—	—	—	—
Brücke 1...	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—
Brücke 2...	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	1	—	1
Brücke 3...	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Brücke 4...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Brücke 5...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—

Bei der Vergleichung unserer Befunde mit denen der anderen Autoren ergeben sich manche Schwierigkeiten, da jeder Autor in anderer Weise einteilt und ich ausserdem ihre Mitteilungen erst zurechtlegen musste um sie mit den meinen zu vergleichen; ich hoffe sie richtig übertragen zu haben. Ich nehme an, dass GIACOMINI (cit. EBERSTALLER) und WEINBERG für Esten nur die Brücken 1—4 beachteten und wenn ich in gleichem Sinne für meine Hemispheren handele dann erhalte ich folgende Tabelle.

	Javanen.		Esten.		Italiener.
Eine Brücke	48 %	12	16,5 %	3	28 %
Zwei Brücken	12 %	3	49,5 %	9	4,8 %
Drei Brücken	4 %	1			
Einheitliche Furche	36 %	9	33 %	6	77,2 %
	100 %	25	100 %	18	100 %

Hiernach würden die Javanen viel mehr Brücken zeigen als die Italiener; ich vermute jedoch, dass GIACOMINI viele besonders tiefliegende Brücken übersehen hat, und ausserdem betrachtete ich nur linke Hemispheren, an welchen die Furche nach WEINBERG und EBERSTALLER viel mehr zerspaltet sein soll als an den rechten Hemispheren; trotz dieses Umstandes haben die Esten mehr Brücken als die Javanen. Vergleiche ich meine Zahlen mit denen von RETZIUS, dann muss ich annehmen, dass er nicht nur die Brücken EBERSTALLER's, sondern auch die von ihm zuerst erwähnte Brücke 5 beachtete und erhält man dann, wenn ich in gleicher Weise bei Javanen einteile, die folgende Zusammenstellung.

	Javanen.		Schweden.
Eine Brücke	48 %	12	44 %
Zwei Brücken	16 %	4	14 %
Drei Brücken	0 %	0	1 %
Vier Brücken	4 %	1	0
Einheitliche Furche	32 %	8	41 %

Diese Tabelle zeigt sehr viele Übereinstimmung.

Brücke 1 oberflächlich EBERSTALLER 24 %, Javanen 20 %.
„ 2 „ „ 30 %, „ 28 %.
„ 3 „ „ 22 %, „ 12 %.

Also auch hier sind die Unterschiede nicht gross.

Wenig vollständig sind auch die Mitteilungen WEINBERG's für Letten, da er zwar die Brücken 0 und 5 erwähnt, aber die Brücken 3 und 4 ausser Acht lässt. Es lässt sich danach die folgende Tabelle zusammenstellen.

Häufigkeit des Vorkommens.	Javanen.		WEINBERG.	
Brücke 0	24 %	6	44 %	22
„ 1	24 %	6	30 %	15
„ 2	40 %	10	selten	
„ 3	12 %	3	nicht erwähnt	
„ 4	8 %	2	„	„
„ 5	12 %	3	12 %	3
Einheitlich	20 %	5	28 %	14

Viel lässt sich leider auch aus dieser Tabelle nicht entnehmen.

Bei der weiteren Vergleichung mit den Angaben EBERSTALLER's finden wir neue Schwierigkeiten. Er unterscheidet:

Typus I, einfach: Die 3 Teilstücke der Fissura (Sulcus cinguli) liegen in einer Flucht hintereinander; dabei können sich mehrere kurze quere Brücken zeigen; er fand diese Form bei 68 %; sie scheint mir bei 84 % der Javanen vorzukommen. Zum Typus II der gedoppelten Furche möchte ich VIII und XVII rechnen und zum Typus III der zersprengten Furche Gehirn VI und XXV.

Damit ist die Sache aber leider nicht erledigt, denn EBERSTALLER kennt noch ganz andere gedoppelte Furchen; es kann das vordere Teilstück so stark entwickelt sein, dass er das mittlere verdrängt und in das hintere einmündet; in anderen Fällen sollen Pars intermedia und anterior gleich stark entwickelt sein; beide ziehen dann zur Pars posterior. Ich muss gestehen, dass mir solche Deutungen nicht gefallen; ein vorderer Teil, der in den hinteren einschneidet gleichzeitig oder mit Verdrängung des mittleren Teils, scheint mir eine zu gesuchte Erklärung; so würde ich z. B. seine Pars intermedia auf Figur 3, S. 54 (Stirnhirn) entweder als Nebenfurchen oder als

Verdoppelungen der Pars intermedia bezeichnen, gegen welche Auffassung nichts einzuwenden ist, wenn man nur beachtet wie häufig kleine Furcheu zwischen dem S. cinguli und dem Sulcus corporis callosi gefunden werden; auch manche meiner Zeichnungen (z. B. XIV, XXIII) bringen sie. Mir scheint es ein Fehler Eberstaller's, dass er alle Verdoppelungen aus seinen drei Teilstücken herleiten wollte; es giebt auch noch andere Verdoppelungen und zwar entweder durch stärkere Ausbildung der Nebenfurchen dorsalwärts vom Sulcus cinguli oder durch einfache Parallelbildungen, wie wir sie auch von den anderen Furchen des Gehirns kennen lernten. Eberstaller erwähnt sie auch an einer anderen Stelle (S. 87): „In seltenen Fällen kommt es zu einer der Länge nach confluirenden Bildung, welche mehr weniger weit die Medianfläche der oberen Stirnwindung in zwei übereinander gelegene Etagen unterabteilt. Auch Weinberg erwähnt diese Verdoppelungen wenn auch nur ganz vorübergehend (S. 101), er nennt sie „Bogenbildungen".

Diese Bildungen kommen bei Javanen häufig vor und führen zu Verdoppelungen des S. cinguli; dass diese Verdoppelungen nicht einer starken Ausbildung von Eberstaller's Pars anterior zuzuschreiben sind, zeigen besonders die Figuren deutlich, welche einen ungeteilten oder doch in allen Teilen wohl entwickelten S. cinguli zeigen und doch ausserdem die Verdoppelung besitzen (z. B. IV, V, XII, XIII). Eberstaller hat solche Formen nicht bekannt gemacht, wohl aber Retzius durch seine Figuren; er schliesst sich sonst in Allem an Eberstaller an. So betrachte man seine Figur V, 3; dort ist ein vollständiger S. cinguli vorhanden, welcher verdoppelt ist, und trotzdem nennt Retzius die Verdoppelung Pars anterior; ähnliches zeigen Fig. V, 4 und Fig. VI, 9; auf letztgenannter Figur unterscheidet Retzius sogar zwei vordere Teilstücke; zu solchen Hülfsmitteln muss man allerdings seine Zuflucht nehmen, wenn man jede Verdoppelung des S. cinguli durch stärkere Ausbildung der Pars anterior erklären will. Einigermassen berechtigt erscheint Eberstaller's Auffassung nur dort, wo wie auf XI die Pars subcallosalis des S. cinguli fehlt und sich eine starke Verdoppelung entwickelt hat, welche wohl eine Pars subcallosalis besitzt; in solchen Fällen könnte man behaupten, dass die Pars subcallosalis sich zu der Bogenverdoppelung entwickelt habe und nun die Pars subcallosalis bis zum dritten Teil der Furche ziehe. Weinberg bemerkt noch (Letten S. 100): „Wenn der Sulcus. callosomarginalis in seinem Verlauf unterbrochen ist, so zeigen die Bruchstücke ein ganz gesetzmässiges gegenseitiges Lagerungsverhältniss, indem das Vorderende jedes hinteren Fragmentes sich zwischen Balken und Hin-

terende des vorderen Bruckstückes schiebt" Wörtlich genommen sind in ihrer Allgemeinheit diese unter dem Einfluss EBERSTALLER's geschriebenen Worte einfach unrichtig; meist tritt an den Brücken überhaupt keine Verschiebung ein, und wo sie wohl eintritt kann sogar das vordere Ende sich unter das hintere legen (III, IV, X, XVI, XVII bei Brücke 4, XXIII); in anderen Fällen trifft es allerdings zu (VIII, XVII bei Brücke 5, XXI, XXII bei Brücke 1); es liegen den Worten WEINBERG's eben die Verwechselungen zwischen Brücken und Verdoppelung zu Grunde. Bei der Verdoppelung liegen die Teile allerdings übereinander und zwar die vorderen Teile dorsalwärts von den hinteren, aber nicht durch Verschiebung, sondern weil die vorderen in einem anderen Niveau entstehen, sich aus den Nebenfurchen des Gyrus frontalis medialis entwickeln. Gleiches gilt für die Angabe WEINBERG's, (l. c., S. 100), dass die sagittalen Furchenteile des Gyrus frontalis medialis verschwinden und nur Radiärfurchung zurückbleibt, wenn der S. cinguli in seine Elemente aufgelöst wurde. Nein, nicht weil der Sulcus in seine Elemente aufgelöst wurde verschwinden die sagittalen Nebenfurchen (wie VI zeigt), sondern sie verschwinden nur dann, wenn sich eine Verdoppelung des S. cinguli, ein S. cinguli superior ausgebildet hat, weil dann alle sagittalen Furchenelemente des Gyrus frontalis in diese Verdoppelung aufgenommen werden.

Alle Autoren die mir bekannt wurden, haben nicht genügend auf diese Verdoppelungen geachtet; alle standen dabei unter dem irreführenden Einfluss EBERSTALLER's [1]). Denn, und dies möchte ich besonders hervorheben, es sind die Verdoppelungen des Sulcus bei Javanen durchaus keine Rasseneigentümlichkeit; sie finden sich auf den Gehirnen aller Völkern, von denen wir eine genügende Anzahl Abbildungen besitzen. Es kann bei Javanen entweder nur der erste Teil EBERSTALLER's oder nur der zweite oder beide gleichzeitig verdoppelt sein; in letzterem Falle fängt die Verdoppelung (Sulcus cinguli superior) bereits an der Grenze des Gyrus praecentralis an (XII). Meist reicht sie nicht so weit rückwärts und ist nur der erste Teil verdoppelt, aber ganz wie der Sulcus cinguli selbst tritt der S. cinguli superior unter das Balkenknie und kann wie jener

[1]) Dies gilt auch noch für die Anmerkung WEINBERG's auf S. 99, wo er die Verdoppelungen am vorderen Ende beschreibt: „Sehr oft aber ist die Callosomarginalis gleich im Beginne derart auseinander gedrängt, dass sie in ihrem subcallosalem Abschnitt doppelt erscheint, wobei der obere in die Hauptfurche sich fortsetzende Teil dem Balkenrande sehr stark genähert ist, während das untere Bruchstück die abgelöste Pars subcallosalis unter sich noch eine und oft auch eine zweite ihr parallele Nebenfurche hat, sodass unterhalb des Balkenknies 3 bis 4, ja 5 einander parallele Windungszüge sich nach vorne hinziehen und hinten sich vereinigen.

das Carrefour von Broca berühren. Eine Betrachtung der Figuren zeigt sofort, dass der S. cinguli superior sich aus den sagittalen Nebenfurchen bildet, die zwischen Mantelrand und S. cinguli im Gyrus frontalis medialis liegen. Die wichtigste dieser Nebenfurchen liegt oberhalb der Pars intermedia; QUAIN beschrieb sie als „*Mesial-frontal sulcus*"; bei SPITZKA finde ich sie mit dem Namen „*Fissura frontomarginalis*" angedeutet; sie findet sich als selbstständige Furche auf I, VI, XIV, XV, XXI. Wird diese Furche in den S. cinguli superior aufgenommen, dann verbinden sich auch die transversalen (radiären) Furchenstücke mit diesem Sulcus, gehen entweder von ihm als Zweige aus oder werden ganz verdrängt. So beschreiben alle Autoren einen Zweig des S. cinguli, der sich bei Affen und Menschen ungefähr an gleicher Stelle findet, nämlich dort wo der horizontale Teil der Furche sich abwärts krümmt; SPITZKA nennt sie „*Ascending prelimbic fissure.*" Bei Javanen wird er meist durch die so häufige Verdoppelung des S. cinguli verdrängt, sodass ich ihn nur an 10 von 25 Hemispheren deutlich nachweisen konnte. Bei Affen schneidet dieser Zweig häufig in den Mantelrand; bei Javanen habe ich dies nicht beobachtet.

Es kann der S. cinguli superior sehr verschiedene Entwicklung zeigen; häufig reicht er nicht über das Balkenknie hinaus und endet nahe am frontalen Pol. Öfter werden wir ihn auch mit dem S. rhostralis verbunden finden und ich suchte nun nach Analogien dieser Verschmelzung bei Affen. Dazu verfügte ich nur über eine kleine Sammlung von Semnopithecus- und Cercopithecusgehirnen. Es endet bei diesen der S. cinguli meist mit einer Gabel und unter dieser zeigt sich der S. rhostralis, der zuweilen fehlt aber auch bei anderen Affen (Hylobates nach SERGI) verdoppelt sein kann. Weiter constatierte ich, dass an mehreren Hemispheren der S. cinguli in den S. rhostralis eintritt, oder auch dass, wenn der S. rhostralis fehlt, der S. cinguli bedeutend verlängert erscheint und auf die ventrale Seite des Balkenknies gelangt, was sonst bei Affen nicht eintritt. Es kann die eine Furche also die andere vertreten; darum nehme ich an, dass beide Furchen zusammen gehören. Auch bei Hylobates sah SERGI (S. 231) einmal eine oberflächliche Verbindung. Beide, der S. cinguli und der S. rhostralis der Affen, können sich nun beim Menschen verdoppelen, welche Verdoppelung vielleicht durch die Endgabel des S. cinguli der Affen eingeleitet wird, welche Endgabel sich bei Menschen nicht findet. Wie der S. cinguli eine Parallelbildung zum Corpus callosum ist, so giebt ersterer zur Parallelbildung des S. cinguli superior den Anstoss. Niemals, und das ist bei unserer Bestreitung der Auffassung unserer Vorgänger

von besonderer Wichtigkeit, fand ich eine Verbindung zwischen S. cinguli und S. cinguli superior, denn auch dort, wo sie vereinigt schienen, fand sich stets in der Tiefe (V, VII, VIII) noch ein trennender Gyrus.

Betrachten wir nun diesen S. cinguli superior näher und seine Beziehungen zum S. rhostralis. Eine deutliche Verdoppelung des S. cinguli fand sich achtzehnmal (I, III, IV, V, VI, VII, VIII, X, XI, XII, XIII, XVI, XVII, XVIII, XIX, XXI, XXII, XXIV). Es kann der S. cinguli superior ventralwärts oberhalb des S. rhostralis enden (III, XIX) oder in diesen einschneiden, entweder bei erhaltenem Tiefengyrus zwischen beiden (I, XXI), oder mit offener Anastomose, sodass eine Grenze zwischen beiden nicht mehr festgestellt werden kann (V, VI, VII, X, XII, XXII, XXIV). In anderen Fällen verläuft der S. cinguli superior parallel zum S. rhostralis, verdoppelt diesen, zieht zwischen ihm und dem S. cinguli caudalwärts zum Carrefour Broca's (IV, VIII, XI, XIII, XVI, XVII, XVIII), wobei er weiter caudalwärts reichen kann als der S. cinguli selbst, dessen vorderes Ende er so zu sagen vertritt (VIII, XI). Übrigens ist der S. cinguli superior nicht immer eine ununterbrochene Furche; sie kann ein bis dreimal überbrückt sein (I, V, VIII, XII, XVI, XVII, XIX, XXII). Diese Formen führen hinüber zu jenen Zwischenformen, wo sich ein eigentlicher S. cinguli superior nicht mehr nachweisen lässt, aber kurze sagittale Furchen seine Stelle vertreten (XV, XX) oder der S. rhostralis durch stärkere Entwicklung dorsalwärts solch eine Bildung einleitet (XIV). Es fehlt der S. cinguli superior nur selten vollständig (II, IX, XXIII, XXV), in welchen Fällen man nur radiäre Furchen im Gyrus frontalis medialis sieht; übrigens ist es beachtenswert, dass in fast allen diesen Fällen (ausser IX) stärkere sagittale Nebenfurchen sich im Gyrus cinguli zeigen, welche den Gedanken wachrufen, dass der S. cinguli verkümmerte und der S. cinguli superior seine Stelle einnahm. Wenn der S. cinguli superior sich um das Knie des Corpus callosum schlingt und demnach drei Furchen unterhalb des Corpus callosum liegen, dann kann es vorkommen, dass eine dieser Furchen verdrängt wird (XI) oder der trennende Gyrus zwischen zwei Furchen in die Tiefe gedrückt wird (XVII). Zu beachten ist noch, dass vom S. cinguli superior regelmässig zwei radiäre Zweige zur Mantelkante aufsteigen; seltner begegnet man nur einem Zweig oder Zunahme bis auf drei; sie vertreten den Zweig des S. cinguli, der sonst oberhalb des Balkenknies dem Rande zustrebt (Spitzka's Ascending prelimbic fissure), welcher oben bereits erwähnt wurde. Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, dass zwischen S. cinguli, S. cinguli superior, S. rhostralis

und S. rhostralis inferior keine scharfen Grenzen vorliegen, ebensowenig wie zwischen den Furchen des Lobus subparietalis (a, a^1, a^2, V); alle sind zusammengehörende parallele Bildungen; eine detaillierte Beschreibung hat demnach eigentlich weder morphologisches noch vergleichend-anatomisches Interesse. Wenn ich hier näher auf sie einging, so geschah dies 1° weil ich meine Auffassung begründen wollte und 2° weil die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass die verschiedenen Variationen für anthropologische Studien sich verwenden lassen.

Kehren wir nun zum eigentlichen S. cinguli zurück. Von mehreren Autoren ist hervorgehoben worden (Retzius S. 77, Eberstaller S. 51), dass der aufsteigende Teil des S. cinguli öfter als andere Teile von der Furche losgetrennt sein kann oder dass man jedenfalls meist Tiefengyri findet, welche diesem Teil einen mehr selbstständigen Charakter geben. Allerdings finden sich am Anfang des aufsteigenden Teils häufig Pfeiler an den beiden Rändern der Furche, die wie Zahnräder ineinander greifen, aber ich habe beim S. centralis schon darauf hingewiesen, dass ich diese nicht als Tiefengyri oder Brücken auffassen kann. Denn durch diese schrägen Pfeiler wird zwar das Lumen der Furche eingeschränkt, aber die Tiefe derselben in keiner Weise beeinflusst. Darum kann ich solche Bildungen nicht zu den Überbrückungen rechnen; von diesen fordere ich, dass sie die Furche seichter machen; erkennt man dieses Criterium nicht, dann würden die Anzahl Tiefengyri oder Brücken in's Unendliche steigen und sich schon dadurch jeder Beschreibung entziehen. Wenn Eberstaller (Wien. med. Bl. 1884, S. 482) diese zahnradartig ineinandergreifenden Zacken als ein erstes Stadium der Übergangswindung ansieht, dann kann ich diese Auffassung nicht teilen, besonders nicht weil die Übergangswindungen zeigen sollen, dass die Furchen embryologisch aus mehreren Furchenstücken hervorgegangen sind. Fasst man nun auch die Interdigitationen als Übergangswindungen auf, dann würden viele Furchen aus sehr vielen Teilstücken hervorgegangen sein, was weder embryologisch noch vergleichend-anatomisch zu verteidigen wäre. Dass an genannter Stelle sich bei Javanen zuweilen eine Brücke findet (Brücke 4), wurde bereits erwähnt.

Weiter hat man auch darauf geachtet, ob der Ramus marginalis (das caudale und dorsale Ende des S. cinguli) in den Gehirnrand einschneidet oder nicht; beides kann bekanntlich auch bei Affen vorkommen. Der Sulcus schnitt an siebzehn Hemispheren in den Rand ein, berührte den Rand nur an fünf anderen und blieb vom Rande entfernt an drei Hemispheren (IV, XXI, XXII), also bei

12%, welchen die 10 oder 12% der Letten entgegenzusetzen wären. Eine auch bei Affen seltene Anomalie ist, dass dieser einschneidende caudale Endzweig sich in zwei Arme spaltet, welche beide einschneiden (XV); der eine dem S. centralis am nächsten liegende Arm entsprach dem gewöhnlichen Endzweig; der andere caudalwärts gelegene schnitt tief ein in den Lobus parietalis superior; wahrscheinlich lag hier eine Verbindung vor mit der freien Furche (S. praecunei), welche gewöhnlich von der medianen Fläche des Praecuneus auf die laterale des Lobus parietalis superior tritt und dort bereits erwähnt wurde.

Bekanntlich zeigt der Praecuneus meist einige Furchen (S. praecunei und S. subparietalis) und diese können ausnahmsweise Verbindungen mit dem S. cinguli zeigen. Solch eine Vereinigung zeigt II, XVII, XXI, und zwar vermittelt diese Verbindung der Zweig des S. cinguli (Ramus subparietalis sulci cinguli), welcher von der Umbeugungsstelle ausgeht und caudalwärts zieht. Man findet diesen Zweig an neunzehn meiner Hemispheren. Auch dort, wo er nicht mit dem S. praecunei vereinigt ist, kann er diesem sehr nahe treten, zuweilen mit Eindrückung des trennenden Gyrus.

In anderen Fällen tritt der S. praecunei dem S. cinguli in gleicher Weise nahe, aber ohne Vermittelung eines solchen Zweiges (I, VI, VII, IX, XXII, XXIV). Diese Tatsachen zeigen sehr deutlich, dass der S. subparietalis eigentlich zum S. cinguli gehört; er ist wie dieser eine Parallelbildung zum Corpus callosum (oder Sulcus corporis callosi), zuweilen vereinigt mit den primären radiären Furchen, (S. praecunei Pars marginalis), wie sie der Rand der medianen Hirnfläche überall zeigt. Dafür zeugt auch der Umstand, auf welchen zuerst Weinberg für Letten aufmerksam gemacht hat, dass der S. cinguli sich an ganz verschiedenen Stellen aufwärts beugen kann; zuweilen geschieht dies schon in der Mitte des Gehirns, zuweilen erst über dem caudalen Ende des Balkens (ähnlich wie bei Affen); in letzterem Falle wird der Praecuneus sehr eingeschränkt; solche Fälle zeigen I, IV, IX, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIV. Solche Thatsachen zeigen, dass der sagittale S. cinguli sich mit verschiedenen primären radiären Furchen vereinigen kann, denn seine Pars marginalis entsteht durch Vereinigung mit einer der primären radiären Furchen. Als extreme Fälle vergleiche man z. B. IV mit XXIII. Dass S. subparietalis und S. cinguli zusammen gehören, zeigt II besonders deutlich.

Das kopfwärts gerichtete Ende des S. cinguli krümmt sich bekanntlich um das Balkenknie und zieht bis auf dessen ventrale Seite; es kann vorkommen, dass dieser Teil wie bei Affen fehlt (XI) oder stark

verkürzt ist (VIII). Häufig kommt es vor, dass dieser Teil der Furche stark zerspalten ist (II, IV, IX, X, XIII, XVI, XVII, XIX). EBERSTALLER (S. 47) und RETZIUS (S. 80) nennen an dieser Stelle noch eine kleine gebogene transversale Furche, welche S. cinguli und S. rhinalis nach hinten abgrenzt und mit einer oder beiden Furchen verbunden sein kann. Man nennt sie auch S. rhostralis transversus (Carrefour von Broca). Dieser Sulcus kommt bei Javanen nicht regelmässig vor; ich fand ihn nur an 12 Hemispheren, aber selten in schöner Ausbildung. Dass der S. cinguli dem S. corporis callosi sehr nahe treten kann, fast mit ihm zusammenfliessend, erwähnte RETZIUS und gleiches zeigen meine Figuren IV, X, XVII. Verbindungen des S. cinguli auf der lateralen Fläche mit dem S. retroc. sup. sah ich nur an dem abgesprengten Stück des S. cinguli auf XII eintreten. Auf XXI schneidet die Verdoppelung des S. centralis (S. retrocentralis) tief in die Hemispherenkante ein und zieht auf der medianen Fläche abwärts. Ich vermute, dass diese Verlängerung auch auf einer Verbindung mit einem abgesprengten Stück des S. centralis beruht.

Sulcus rhostralis (Rostral).

Diese Furche wurde oben bereits so häufig erwähnt, dass wir an dieser Stelle nur noch einige Worte hinzuzufügen haben. Es ist diese Furche stets vorhanden und erstreckt sich unterhalb des Balkenknies meist ebenso weit caudalwärts wie der S. cinguli. Kopfwärts tritt sie nahe an den Polus frontalis heran, dem sie meist einen oder zwei Endzweige zuschickt, die, wie EBERSTALLER bemerkte, mit den transversalen Nebenfurchen der Dorsalfläche alternieren; selten schneidet er eben in den Mantelrand ein (II, VI). Es kann der caudale Teil der Furche abgespalten sein (III).

Ventralwärts vom S. rhostralis liegt regelmässig ein kleiner S. rhostralis inferior (Fissura subrhostralis), der zuweilen in kleine untiefe Furchen aufgelöst ist (I, III, XIII, XXIII). Ist diese subrhostrale Furche deutlich entwickelt und gleichzeitig auch der S. cinguli superior, dann kann der S. rhostralis dreifach erscheinen (IV, XVII); es liegen dann vier Furchen unter dem Balkenknie. Auf VIII ist der S. rhostralis mit dem S. subrhostralis vereinigt. Dass übrigens die Grenzen zwischen den rhostralen Furchen nicht immer deutlich sind, versteht sich nach den Betrachtungen über den S. cinguli von selbst.

Sulcus subparietalis, Precuneal fissure (*K*) und der S. praecunei.

Als S. subparietalis bezeichnete RETZIUS die sagittale Furche im Praecuneus, während die transversalen Furchen, welche weiter dorsalwärts liegen, den Namen S. praecunei erhielten. Es ist nicht leicht diese Furchen des Praecuneus mit den Furchen im gleichen Hirnteil der Affen zu vergleichen. Oben habe ich bereits auseinandergesetzt, dass der S. subparietalis zum S. cinguli zu rechnen sei, und mir scheint, dass in dieser Beziehung die Affen primitievere Zustände zeigen, indem der S. cinguli bei diesen fast den ganzen Praecuneus durchquert; das zeigen meine früher veröffentlichten Abbildungen und auch die SERGI's; es liegt dann auf der Hand zu erwarten, dass man einen selbstständigen S. subparietalis nicht finden wird. Trotzdem lässt sich ein solcher nachweisen, und zwar in der *K*-Furche. Es liegt diese aber nicht wie die Furche beim Menschen in der Verlängerung des S. cinguli, was ja auch nicht möglich wäre, da dieser fast bis an die Fissura parieto-occipitalis reicht, sondern ventral vom S. cinguli; auch dies zeigen meine Figuren und die SERGI's. Darum liegt der Gedanke nahe, dass die *K*-furche der Affen nicht dem S. subparietalis des Menschen entspricht, sondern mehr dem Ramus subparietalis des Sulcus cinguli. Übrigens muss ich selbst zugeben, dass dies eigentlich ein Streit um Worte wird, denn genannter Zweig und der S. interparietalis sind Furchen gleicher Herkunft; nur der aufsteigende Ast des S. cinguli ist anderer Herkunft, da er aus den radiären Furchen hervorgeht. Durch Verbindung mit einer radiären Furche wurde der S. cinguli dorsalwärts abgeleitet; sonst würde er vom Balkenknie bis zur Fissura parieto-occipitalis reichen. Welchen Zweck genannte Ableitung hat, is nicht ersichtlich; ich möchte nur der Vermutung Raum geben, dass, wenn eine radiäre Furche sich durch die innere Ausbildung der Gehirnmasse zur Fissura parieto-occipitalis vertiefte, diese parallelrichtend auf die nächste Umgebung wirkte, wodurch die anderen radiären Furchen im Praecuneus beinflusst wurden und sich vertieften und eine den S. cinguli ableitete; dass dies durch verschiedene radiäre Furchen geschehen konnte, beweist die obenerwähnte so wechselende Umbeugungsstelle des S. cinguli. Gleichen Wechsel zeigen die Hylobatiden (SERGI's Figuren); so liegt *K* auf den meisten Figuren ganz unterhalb *d*, auf anderen (Taf. 15, 6) wird *K* nicht von *d* bedeckt. Hervorzuheben ist noch, dass bei Hylobates (SERGI) häufig ein Zweig von *d* caudalwärts zieht und dieser dann dorsalwärts von *K* liegt; diesen Zweig von *d* kann man schon aus diesem Grunde und weil er dem Mantelrande so nahe liegt, nicht mit dem

R. subparietalis Sulci cinguli vergleichen, der ungefähr in gleichem Niveau mit *K* liegen soll. Ich halte diesen Zweig der Hylobatidenfurche für die Verlängerung von *d* selbst, welche Furche auf den Hemispheren, wo sie sich findet, noch nicht definitiv durch eine radiäre Furche zur Mantelkante abgelenkt wurde. Dies zeigt besonders Taf. 14, 3 rechts deutlich und weiter eine Vergleichung mit den anderen Figuren, von denen Taf. 15, 5 links wohl die primitieveste Form zeigt. Es ist *K* bei den Affen wie der S. subparietalis meist sagittal gerichtet (Ausnahmen kommen vor); nur Ausnahmsweise findet man bei Hylobates dorsal von *K* eine transversale Furche, die dem S. praecunei des Menschen entsprechen dürfte (Sergi und Waldeyer brachten solche Fälle). Bemerkenswert is weiter noch, dass während der S. interparietalis sich beim Menschen an den S. cinguli anschliesst, er sich bei Affen gerne mit dem S. parieto-occipitalis vereinigt; ich beschrieb mehrere Fälle; eine besonders deutliche Abbildung eines solchen gab Sperino [1]). Ich achte diese Verbindung für sehr wichtig; sie zeigt mir, dass der ventrale Teil des Fissura parieto-occipitalis zum Teil noch zum S. cinguli gehört; am deutlichsten zeigen dies diejenigen Affen, wo *w* nur als eine kurze Randfurche vorhanden ist und wo zwischen *w* und der Calcarina die Nebenfurche *G* lagert; diese *G*-Furche zeigt schon der Form nach viel Verwandtschaft zum S. cinguli und sie kann diese noch näher begründen durch Verbindungen von *G* mit *K*, wie ich früher beschrieben habe. Vereinigt *w* sich mit *c* dann verschwindet *G*, aber kann zuweilen zum Teil noch erhalten bleiben in den Seitenzweigen von *w*, welche in den Praecuenus eintreten. Durch diesen Entwicklungsgang erklärt sich auch, warum der S. subparietalis des Menschen in seltenen Fällen mit *w* in offener Verbindung steht. Weinberg sah bei den Letten nur einen Fall und nach Retzius zeigt sich diese Verbindung auch nur äusserst selten [2]).

Wie oben bereits wiederholt hervorgehoben wurde, fand ich vollständige Vereinigung von *K* mit *d* an drei Hemispheren (II, XVII, XXI [3])) und teilweise Vereinigung an sechs anderen; fasse ich diese zusammen, dann tritt bei Javanen Vereinigung bei 36% ein; Retzius fand 34% und Weinberg für Letten 52%.

---

[1]) Sperino. Contributio allo studio del cervello del Gibbone. Giornale della R. Accad. di Medic. di Torino 1898, n°. 12.

[2]) Beachtenswert ist, dass auf Hemisphere XXV, wo *K* nur durch einen Tiefengyrus von *w* getrennt wird, die *w*-Furche selbst zersplittert ist und diese Zersplitterung erinert an die Nebenfurche *G* der Affen.

[3]) Auf XXI ist *d* nicht mit dem S. subparietalis sondern mit dem S. praecunei vereinigt; der Ramus subparietalis liegt hier demnach oberhalb des S. subparietalis und erinnert dadurch an den caudalen Zweig des S. cinguli der Hylobatiden.

Oberhalb des S. subparietalis liegen die transversalen Furchen des S. praecunei, welche den radiären Furchen dorsal vom S. cinguli entsprechen und wie diese mit dem S. cinguli verbunden sein können; so geht auch häufig der S. praecunei als Zweig vom S. subparietalis aus. Meist findet man zwei oder mehr transversale Furchen, von denen meist eine (selten zwei) in den Mantelrand einschneidet, etwa wie der S. inflexus am Stirnhirn. Die Furchen des Praecuneus zusammengefasst erinnern an die Form des S. orbitalis; auch an diesem ist der R. horizontalis Hauptteil, von dem 2 oder 3 longitudinale Furchen ausgehen; nur sind die transversalen Furchen des Praecuneus häufiger frei, während die longitudinalen Furchen der Orbitalfläche meist mit dem R. horizontalis verbunden sind.

Der S. subparietalis ist gespalten auf IX, XXIII und XXV, ist kaum ausgebildet auf XX, wo der S. subparietalis und der S. praecunei sich zu einer sternförmigen Figur vereinigt haben; eine stark abweichende Bildung zeigt auch V und der S. subparietalis fehlt auf X; letzteres sah Weinberg nur einmal unter 50 Hemispheren. Die in den Mantelrand einschneidende Furche des S. praecunei ist nur an sieben Hemispheren mit dem S. subparietalis verbunden. Selten schneidet diese Furche nicht ein, sondern endet kurz vor dem Mantelrande (IX, XIII, XIV, XX, XXII, XXIII); sie ist eine Wiederholung des aufsteigenden Astes des S. cinguli und kann wie wir oben gesehen haben, mit letzterem vereinigt sein (XV). Die Beziehungen des S. praecunei zum S. interparietalis wurden bei letztgenannter Furche erwähnt.

Abgesehen vom S. praecunei und S. parietalis superior (sieh dort), können noch andere Furchen in den dorsalen Rand des Praecuneus einschneiden, so der S. retrocentralis superior (sieh oben) und der beim S. interparietalis erwähnte Spitzenfortsatz *e'* (9 von 25), welcher die vordere Grenze des Arcus parieto-occipitalis bildet.

Weiter finden wir noch die folgenden Furchen im Praecuneus: 1°. Zweige des S. cinguli, bei diesem erwähnt; 2°. Kurze Zweige der Fissura parieto-occipitalis (VI, VIII, XII, XV, XVII, XX, XXI, XXIII), welche selten eine stärke Ausbildung erlangen (XI); wie oben bemerkt erinneren diese Zweige an die Nebenfurche *G* der Affen.

Im Allgemeinen zeigt der dorsale Teil des Praecuneus nur transversale Elemente; Ausnahmen können aber vorkommen, wenn z. B. die Furchen von der lateralen Fläche, welche zur medianen hinüberziehen, sich schwanzwärts umbeugen (VIII, XI, XIII, XIV, XXIII) oder wenn von der Fissura parieto-occipitalis ein sagittaler Zweig ausgeht (XI, XVII, XX) oder wenn kleine freie sagittale Furchen

auftreten (III, VII, X, XII, XXII); eine seltnere Ausnahme zeigt XXIV.

Die Furchen des Gyrus cinguli.

So weit mir bekannt hat zuerst WEINBERG auf diese Furchen aufmerksam gemacht, die auch bei Affen auftreten (SERGI u. andere). Sie sind im ventralen Teil des Praecuneus meist transversal gerichtet, senkrecht zum S. corporis callosi, während sich unterhalb des S. cinguli nur longitudinale Furchen zeigen (Ausnahmen selten, meist unter dem Gyrus praecentralis). Die erstgenannten treten fast auf jedem Gehirn hervor; die letztgenannten sind seltner; sie zeigen sich deutlich auf II, III, XIV, XX, XXIII, XXV und schlecht ausgebildet auf X, XVIII, XXI. Auch aus dem Sulcus corporis callosi können transversale Furchen dorsalwärts in den Gyrus cinguli eintreten; WEINBERG beobachtete diese bei 58 %, ich bei 50 %; bei Affen fand ich sie früher zweimal und SERGI bei Hylobates auch einmal.

Die Fissura parieto-occipitalis, Occipital (*po*) und die Fissura calcarina (*c*).

Da diese beiden Furchen beim Menschen regelmässig miteinander verbunden sind und sie auch von CUNNINGHAM, der sie am genausten studierte, bei der Beschreibung zusammengefasst wurden, so wollen wir sie auch bei der nachfolgenden Beschreibung nicht trennen. Beide Furchen gehören zu den radiären Furchen der medianen Gehirnfläche, welche in diesen beiden Fissuren den höchsten Grad der Entfaltung erreichen, welche solche Furchen am Gehirn zeigen können.

Von den beiden Furchen ist beim Menschen bekanntlich die Fissura parieto-occipitalis (vom Stamm beider Furchen abgesehen) die bedeutendere, tiefere; bei Affen liegen die Verhältnisse umgekehrt und ist die Calcarina die Hauptfurche. Die Anthropoiden nehmen insofern eine Mittelstellung ein, dass ihre Fissura parieto-occipitalis weit kräftiger, tiefer ist als bei niederen Affen (CUNNINGHAM). Beim Menschen machen die combinierten Furchen den Eindruck einer einheitlichen *Y*-förmigen Furche, während bei Affen beide Furchen nur in Ausnahmefällen miteinander verbunden sind; man würde bei diesen denn auch nicht daran denken beide zusammen zu besprechen; auch bei den Anthropoiden sieht man die Vereinigung selten (CUNNINGHAM) und, wo sie vorkommt, bleibt in der Tiefe

ein trennender Gyrus vorhanden. Weiter fällt bei den niederen Affen auf, dass die Fissura parieto-occipitalis (*w*) sich nur am Mantelrande wie ein kurze Kerbe ausbildet, deren auf der medialen Seite gelegenes Ende zwei Endzweige zeigt, oder es liegt zwischen ihr und der Calcarina eine Nebenfurche *G* [1]).

Von dem allen finden wir beim Menschen nichts, aber es erinneren an diese Verhältnisse die Überbrückungen des Fissura parieto-occipitalis (Oberflächlich-werden des Gyrus cunei oder des Gyrus cuneo-praecuneus inferior oder die Ausbildung von vorderen Seitenzweigen der Fissur). Für die Calcarina der Affen ist hervorzuheben, dass sie bei Affen stets einheitlich ist und am ventralen Ende, wie bei menschlichen Embryonen, häufig in die Fissura hippocampi einschneidet, was beim erwachsenen Menschen zu den seltenen Ausnahmen gehört. Das caudale Ende der Fissura calcarina zieht bei den meisten niederen Affen bis zum Mantelrande und teilt sich dort in zwei auf der Hauptfurche senkrecht stehende Endzweige, die beide, oder doch wenigstens der hintere, in den Rand einschneiden. Bei Semnopitheci und Hylobatiden entwickelt sich meist nur der ventrale Endzweig, der dann auch meist in den Hemispherenrand einschneidet und bei Hylobatiden weiter als bei den anderen auf die laterale Fläche hinübertritt und dort die bereits erwähnten Beziehungen zu den Occipitalfurchen (*x* und *u*) zeigt. Übrigens besitzt die Furche bei beiden Genera häufig auch den dorsalen Zweig, der aber nicht mit dem dorsalen Ast der anderen Affen übereinstimmt, denn er verlässt früher den Stamm der Furche und zieht nicht dem Mantelrande zu, sondern in den Cuneus hinein. Bei den Anthropoiden ist die Endgabel der des Menschen ähnlicher, da sie sich nach CUNNINGHAM meist auf die mediane Fläche beschränkt, was bei Affen selten ist.

Tiefgreifende Unterschiede liegen trotzdem zwischen Affen und Menschen nicht vor, denn wie sehr die beiden Furchen auch beim Menschen innig vereinigt scheinen, so lässt sich doch in der Tiefe regelmässig ein trennender Gyrus nachweisen (Gyrus cunei), der zuweilen sogar an die Oberfläche tritt. CUNNINGHAM hat allerdings nachzuweisen versucht, dass die Fissura calcarina der Affen nur dem vorderen Teil der Fissura calcarina des Menschen (seinem Hauptteil) homolog sei und dass der hintere Teil der Fissur des Menschen, obgleich er eine gleiche Form wie der der Affen zeige, eine dem Menschen eigene Bildung sei. RETZIUS (S. 138) bemerkte hierzu:

---

[1]) Über die Verwandtschaft dieser Furche zur Furche *k* und zum S. cinguli wurde oben bereits gehandelt.

„Ich werde mich diesmal auf diese Frage nicht näher einlassen, da ich das Affengehirn in dieser Arbeit nicht zu besprechen beabsichtige. Ich kann aber nicht umhin, mich dahin auszusprechen, dass ich mich in dieser Hinsicht nicht CUNNINGHAM's Anschauungen anschliessen kann." Ich habe eine ganze Reihe neuer Beobachtungen hinzuzufügen, welche in erster Linie zeigen werden, dass die Übergangswindungen doch viel seltner beim Menschen vorkommen als CUNNINGHAM annahm, und auf diese stützte sich seine Hypothese; weiter möchte ich bemerken, dass wenn Brückenbildungen beim Menschen (bei denen überdies, wie ich überzeugt bin, zum Teil auch noch Verwechselungen mit Interdigitationen vorliegen) und getrennter Anlage bei Embryonen eine solche Bedeutung zugelegt wird wie durch CUNNINGHAM geschah, dann dürfte manche heute nicht angezweifelte Homologie bei anderen Furchen auch angezweifelt oder direkt verworfen werden. Ich meine, embryologische Tatsachen sollten nicht so in eine Reihe mit vergleichend-anatomischen gesetzt werden; für mich wenigsten haben beide einstweilen noch ganz verschiedenen Wert; jedenfalls aber, wenn man beide Hülfsmittel gleichzeitig verwerten will, dann sollte man auch die embryologischen Tatsachen vergleichend-anatomisch-embryologisch betrachten, dass heisst: es müsste nicht nur die Embryologie des Menschen, sondern in gleich ausführlicher Weise die der Affen herangezogen werden. Übrigens geht bereits aus CUNNINGHAM's eignen Mitteilungen hervor, wie ungeheuer variabel die embryologischen Gebilde sind, wodurch sie recht verwirrend wirken.

CUNNINGHAM hat besonders auf die tiefen Gyri, die Übergangswindungen in beiden Fissuren geachtet und nach deren Vorkommen die Fissuren in Gruppen eingeteilt. Hierzu verwertete er:

1° den Gyrus cunei (Ecker), welcher die Fissura parieto-occipitalis vom Hauptstamm lostrennt;

2° den Gyrus intercuneatus (Gyrus cuneo-praecuneus), welcher sich in der Fissura parieto-occipitalis finden soll und zwar auf der Grenze zwischen mittlerem und oberem Drittel; er verbindet den Cuneus mit dem Praecuneus;

3° den Gyrus cuneo-lingualis anterior, welcher von der Spitze des Cuneus ausgeht und zum Lobus lingualis hinübertritt, wodurch die Fissura calcarina vom Hauptstamm getrennt wird;

4° den Gyrus cuneo-lingualis posterior, der sich in der Fissura calcarina findet kurz vor sie sich in die beiden Endzweige spaltet.

Wir werden sehen, dass die Urteile der Autoren über diese Übergangswindungen weit auseinander weichen; nur in Bezug auf den Gyrus cunei herrscht Übereinstimmung, denn er ist regelmässig

vorhanden. Nach CUNNINGHAM fehlt er nur bei 3.1%, nach RETZIUS bei 2%, bei den Polen bei 4% (WEINBERG), bei den Esten niemals, hingegen bei Letten bei 24%; an meinen 25 Hemispheren fehlt er viermal (IV, VII, XVII, XXIII), was ungefähr mit 16% den Letten entspricht. Wo dieser Gyrus fehlt, geht der Stamm beider Furchen demnach direkt in die Fissura parieto-occipitalis über. Anderseits kann der Gyrus cunei oberflächlich werden und den Stamm wie bei Affen von der Fissur trennen; allerdings ist sein Vorkommen selten; CUNNINGHAM sah bei grossem Material einige Fälle (3.9%); WEINBERG sah einen Fall bei einer Jüdin und erwähnt dabei einen Fall GIACOMINI's; hingegen wurde er bei Schweden, Esten, Letten bisher nicht gefunden; ich fand einen oberflächlichen Gyrus cunei an einer Hemisphere (XXV), füge aber hinzu, dass dieser Gyrus durch RETZIUS wahrscheinlich als Gyrus cuneo-praecuneus inferior bezeichnet werden würde. Wo der Gyrus fehlt, können sich allerdings zuweilen Interdigitationen zeigen (IV, XVII); ich habe aber schon mehrmals Gelegenheit gehabt darauf hinzuweisen, dass ich reine Interdigitationen, welche die Tiefe der Furche nicht beeinflussen, nicht zu den Übergangswindungen rechnen kann; dabei ist es nun beachtenswert, dass CUNNINGHAM die anderen noch zu betrachtenden Gyri weit häufiger als die anderen Autoren fand und dann liegt der Schluss auf der Hand, dass CUNNINGHAM manchmal stärker entwickelte Interdigitationen zu den Übergangswindungen zählte. Es ist eine bekannte Thatsache, dass der Autor, welcher zuerst eine Bildung beschreibt, ihr eine grössere Bedeutung zumisst, als ihr relativ zukommt, wie wir dies auch schon für den S. front. med. hervorhoben. EBERSTALLER übertrieb dessen Bedeutung und gleichen Vorwurf möchte ich CUNNINGHAM für die Übergangswindungen machen.

Für den Gyrus cunei wäre noch zu erwähnen, dass er zwei Arme zeigen kann, von denen der eine von der Spitze des Cuneus zum Gyrus cinguli (fornicatus) zieht, der andere zum Praecuneus tritt. Meist sind bei Javanen beide vorhanden, seltner sieht man nur den Arm zum Gyrus cinguli (6 : 25) und noch seltner nur den zum Praecuneus (3 : 25). Da an zwei der Gehirne, wo der Gyrus cunei fehlt, der Gyrus cuneo-lingualis anterior beobachtet wird, so ist der Schluss vielleicht gestattet, dass diese Bildungen einander vertreten oder compensieren können, zumal sich bei WEINBERG (Letten S. 107) schon derselbe Gedanke ausgesprochen findet, der damit begründet wird, dass er den Gyrus cuneo-lingualis an allen den Gehirnen fand (12 : 50), wo der Gyrus cunei fehlte, und ausserdem nur noch an vier anderen Hemispheren.

Über den Gyrus intercuneatus gehen die Meinungen weit auseinander; nach CUNNINGHAM kommt er bei 53% vor, während WEINBERG für Esten bemerkt: „Die Wände der Fissur sind zwar niemals einfach gestaltet und glatt; vielmehr ist eine secundäre unregelmässige Gyrificierung derselben fast Regel; allein zur Bildung von Tiefenwindungen im Verlauf der *po* (F. pariet. occip.) kommt es nur relativ selten: an den untersuchten 18 Hemispheren, im Ganzen sechsmal und zwar auffallender Weise an drei Gehirnen beiderseits." Für Letten erwähnt WEINBERG nur einen Fall vollständiger Unterbrechung der Furche. Nun ist mir leider unbekannt, ob die Autoren eine sagittal gestellte also wirklich quere Brücke fanden, welche die Fissur in eine dorsale und eine ventrale Portion teilte; auf der einzigen von CUNNINGHAM gegebenen Abbildung des Inneren dieser Fissura (Tafel IV, Fig. 5) fehlt der Gyrus intercuneatus. RETZIUS erwähnt ihn zwar, aber seiner Beschreibung und Abbildung nach (Tafel 82, Fig. 3) scheint er nur Interdigitationen gesehen zu haben [1]); vielleicht lässt sich das häufige Vorkommen an der Gehirnsammlung CUNNINGHAM's auch dadurch erklären, dass er starke Interdigitationen als Brücken auffasste und diese kommen allerdings auch an den meisten Gehirnen der Javanen vor. Einen queren Gyrus fand ich niemals im Inneren der Furche, wohl aber an 9 von 25 Hemispheren die Bildung, deren Beschreibung ich hier werde folgen lassen.

Dort, wo die Fissur in den Mantelrand einschneidet und zwar von der hinteren Umwandung oder Ecke der Furche, zieht öfter ein Tiefengyrus schräg abwärts in die Fissur hinein und vereinigt sich oberhalb des Gyrus cunei mit dem Praecuneus. Dadurch entstehen statt einer einheitlichen Spalte zwei Spalten, die aber nicht übereinander, sondern nebeneinander liegen. Wir sehen also einen transversalen, der Längsrichtung der Fissur fast parallelen Gyrus, der, weil er sich mit dem Praecuneus vereinigt, eine vordere kurze Furche von der eigentlichen Fissur abtrennt. Letztere Spalte reicht vom Gyrus cunei bis zum Mantelrande, erstere von der Mitte des hinteren Rande des Praecuneus bis auf die laterale Fläche. Ich fand diese Bildung bisher nur bei RETZIUS erwähnt (S. 133) und auf seinen Figuren (Tafel 82, Fig. 2 und Tafel 93, Fig. 3) in vollendeter Weise abgebildet. Dieser Tiefengyrus ist, wie RETZIUS schon hervorhob, die Ursache, dass die Fissur (wie die meisten Autoren erwähnen) sich häufig in zwei Arme spaltet oder verdoppelt ist. Diesen Gyrus

[1]) Mir scheint, dass es nur durch die bei allen Autoren auftretende Verwechselung zwischen Interdigitationen und Tiefengyri erklärlich ist, dass RETZIUS sogar drei Gyri intercuneati unterscheiden konnte, die er Gyri cuneo-praecunei nennt (l. c. S. 138).

am Boden der Fissur nennt RETZIUS Lobulus parieto-occipitalis; steigt er zur Oberfläche empor, dann erhalten wir einen oberflächlichen Lobulus parieto-occipitalis (RETZIUS l. c. S. 133), der beiderseits von Armen der Fissur umfasst wird. Solche Gabelungen kommen übrigens auch bei Affen vor und wurden besonders durch WALDEYER und SERGI für Hylobatiden beschrieben; ob sie auch durch die Bildung solch eines longitudinalen Gyrus hervorgerufen werden, ist mir unbekannt.

Wir werden weiter unten sehen, dass es auch noch durch andere Ursachen zu einer Gabelung der Fissura parieto-occipitalis kommen kann. Ich möchte den Gyrus und die Spaltung der Fissur in der Weise erklären, dass zwei primäre radiäre Furchen sich an der Ausbildung der Fissur beteiligen; doch verschmelzen die beiden Furchen öfter nicht vollständig, wie der beschriebene Gyrus zeigt. Ist die Fissur in oben angedeuteter Weise in zwei Furchen zerlegt, was man in den meisten Fällen nur dann bemerken kann, wenn man die Ränder der Furche auseinander zieht, dann tritt meist folgendes ein.

Die hintere Furche, welche abwärts bis zum Gyrus cunei reicht, endet aufwärts meist kurz vor der Mantelkante und kann hier wie ein kurzer Seitenzweig der Fissura parieto-occipitalis eben zu Tage treten (III, VIII, XI, XV); es schneidet dann nur die vordere Furche in den Mantelrand ein und zieht zur lateralen Mantelfläche [1]). In anderen Fällen kann der hintere Teil der Furche wohl in den Mantelrand einschneiden und auf die laterale Fläche treten; dann wird der erwähnte Tiefengyrus von der hinteren Mantelkantenecke abgeschnitten und zieht von der lateralen Fläche aus in die Fissur hinab; beide Furchenteile erreichen dann die laterale Fläche (VI, XXIII, XXIV); die hintere Spalte bleibt stets die Hauptfurche, da sie abwärts an den Gyrus cunei heranreicht Ähnliches scheint WEINBERG (S. 48, Esten) beobachtet zu haben, wo er bemerkt: „In einem Falle gabelt sich die Furche auf der Mantelkante, wobei nur der distale Ast die eigentliche Fortsetzung der *po* darstellt." Bei Letten soll wirkliche Gabelung bei 30 % vorkommen. Auch kann es vorkommen, dass von beiden Ecken des Mantelrandes longitudinale Gyri in die Fissur hinabziehen; dann werden wir Spaltung in drei

[1]) Ich vermute, dass in die Rubrik auch die zwei von WEINBERG beschriebenen Fälle gehören (Esten, S. 48), wo die Fissur überhaupt keinen dorsalen Verlauf hat, sondern Nebenfurchen ihren Platz einnehmen, welche nicht mit der Fiss. par. occip. continuirlich sind. Haben wir gleiche Bildungen im Auge, dann scheint mir nur der Ausdruck „Nebenfurche" unrichtig gewählt zu sein, denn es handelt sich hier um einen integrierenden Bestandteil der Fissura.

Furchen erhalten (XXI, XXV), wie RETZIUS auch einen Fall abbildet (Tafel XCIII, Fig. 2). Besonders muss ich hervorheben, dass man alle oben beschriebenen Facta erst dann zu Gesichte bekommt, wenn man die Ränder der Fissur auseinder zieht (wie auf Figur XXI geschah); äusserlich können alle diese Spaltungen vorhanden sein, ohnedass sie bei oberflächlicher Betrachtung des Gehirns auffallen. Tritt der Tiefengyrus an die Oberfläche, dann liegen die Verhältnisse klar zu Tage, aber meine Javanen zeigen keinen solchen Fall, also keinen Lobulus parieto-occipitalis (RETZIUS). Da, wie oben bereits erwähnt wurde, die hintere Spalte die eigentliche Fortsetzung der Furche bildet, so wird hierdurch die Bemerkung CUNNINGHAM's verständlich, dass dort, wo die Fissur mit zwei Zweigen in den Rand einschneidet, der vordere meist der schwächere ist. Man könnte geneigt sein das Fehlen des Lobulus parieto-occipitalis als eine Rasseneigentümlichkeit der Javanen zu betrachten, aber ich kann mich schwer dazu entschliessen, weil meine vergleichenden Untersuchungen mir lehrten, dass man mit der Aufstellung von Rasseneigentümlichkeiten sehr vorsichtig sein muss; ich kenne bisher noch keine sicher bewiesene Rasseneigentümlichkeit am Gehirn der verschiedensten Völker. Darum suche ich einstweilen lieber nach anderen Gründen, welche die Unterschiede in Bezug auf diesen Lobulus bei den Rassen erklären können. Zunächst wäre dann darauf zu achten, ob die Forscher nicht ein anderes Gebilde als obengenannten zur Oberfläche gelangten Tiefengyrus als Lobulus parieto-occipitalis bezeichneten oder eine andere Art der Verzweigung der Fissur kennen als die durch genannten Gyrus hervorgerufene. Betrachten wir nun die Medianfläche der Hemispheren, dann sehen wir auf vielen (II, V, IX, XI, XV, XVI, XX, XXI, XXII), dass sich die Fissur auf der medianen Fläche gabelt und so einen Lobulus parieto-occipitalis zu bilden scheint. In allen diesen Fällen liegt aber nirgends eine wirkliche Gabelung vor. Für diese den Cuneus durchschneidenden Zweige bemerkte schon WEINBERG sehr zutreffend: „In acht Fällen (von 18 Esten) erscheint sie (die Fissur) verästelt; indessen handelt es sich dabei niemals um wahre Seitenzweige, sondern es sind lediglich seichte Furchen, welche die Wände der Fissur durchziehen und nach aussen gelangen; sie erweisen sich allemal ausser Verbindung mit der Tiefe der *po*." So fand ich es auch; nur an einer Hemisphere (XX) drang die Furche bis in die Tiefe, aber es blieb auch dort eine ganz seichte Furche. Auf den Figuren V, IX, XI, XV, XXI, XXV wurden diese Scheinzweige denn auch nicht mit der Fissur vereinigt gezeichnet, sondern eine kurze Strecke parallel zu ihr geführt, wie ich ja auch an anderen Furchen in gleicher Weise

Scheinzweige oder Scheinanastomosen andeutete; aber man möge dabei im Auge behalten, dass diese Abbildungen Verhältnisse wiedergeben, die man erst beim Auseinanderziehen der Furchen zu Gesicht bekommt, und darum habe ich auf anderen Figuren (II, XVI, XX, XXII) den Zweig in die Fiss. par.occip. eintreten lassen, also ein wirkliches Oberflächenbild gegeben. Betrachtet man nur diese, dann dürfte der Gedanke nicht ganz zurückzuweisen sein, dass einige Autoren (vielleicht auch RETZIUS) diese Scheinzweige als einen Arm der Fissur auffassten und so einen oberflächlichen Lobulus parieto-occipitalis erhielten. Deutet man bei Javanen in gleicher Weise, dann würden auch sie diesen Lobulus häufig zeigen (30 %) und jeder Rassenunterschied verschwinden. Mir scheint es wenigstens einstweilen mehr angebracht diese Erklärung als einen Rassenunterschied anzunehmen.

Kehren wir nun zum Gyrus intercuneatus der Autoren zurück, dann wurde oben bereits hervorgehoben, dass ich niemals eine quergestellte Brücke fand; aber quergestellte Interdigitationen, die zahnradartig ineinander greifen, beobachtete ich wohl bei einem Drittel meiner Fissuren (8 : 25). Bemerkenswert ist, dass zuweilen diese quergestellten Interdigitationen, die man ja auch an allen anderen Hauptfurchen findet, in der Fissura pariet.occip. vollständig fehlen können. In den Fissuren findet man dann longitudinale Falten, die der Längsrichtung der Furche folgen und die beiderseitigen greifen dann ebenfalls ineinander. Ich füge hinzu, dass ich bisher in keiner anderen Furche solche longitudinalen Folten sah. In anderen Exemplaren der Fissura par.occip. fehlt überhaupt jede stärkere Faltenbildung sowohl quere wie longitudinale, sodass man die Wandungen der Fissur fast als glatt bezeichnen kann (6 : 25).

Eine seltene Ausnahme zeigt XXV; hier ist die Fissura parieto-occipitalis durch eine im unteren Teil der Fissur befindliche oberflächliche schräge Brücke in zwei Teile gespalten, und mir scheint, dass zwei Figuren WEINBERG's, nämlich Tafel IX, Fig. 80 und Tafel XVIII, Fig. 188 für Letten ähnliche Fälle zeigen. Nach WEINBERG beschrieb auch SERNOFF einen solchen Fall und, wie mir scheint, gehört auch der von RETZIUS erwähnte oberflächliche Gyrus cuneo-praecuneus inferior hierher [1]).

Wir hätten nun noch die Tiefenwindungen in der Fissura calcarina zu betrachten. Für den Gyrus cuneo-lingualis anterior weichen die Meinungen wieder sehr voneinander ab. CUNNINGHAM fand ihn bei

[1]) Mir scheint es schwierig um zu entscheiden, ob in solchen Fällen ein oberflächlicher Gyrus cuneo-praecuneus inferior vorliegt; wer über ein reicheres Material verfügt, möge die Grenzen für beide Gyri festlegen.

92.2%, WEINBERG für Esten nur bei 20% (4 : 18), WEINBERG für Letten 32%; ich fand sie an fünf meiner fünfundzwanzig Hemispheren (IV, VII, VIII, XIX, XX). RETZIUS (S. 138) schreibt über diesen Gyrus und den Gyrus cuneo-lingualis posterior, dass beide nur hin und wieder vorkommen, dabei schwach entwickelt sind; auch fand er einen Tiefengyrus in der Mitte der Furche halbwegs zwischen der Übergangsstelle zum Stamm und dem Hinterende der Fissur. „Im Ganzen kann ich sagen, dass die Fissur auffallend frei von Tiefen- und Brückenwindungen ist." Oberflächlich wird diese Brücke auch nach CUNNINGHAM selten (2.3%); RETZIUS (S. 164) fand dies an 3% seiner hundert Hemispheren; WEINBERG erwähnt für Esten und Letten keinen Fall; auch ich beobachtete nichts derartiges; unlängst wurde das zur Oberfläche-treten dieses Gyrus an einem Feuerländer-Gehirn beschrieben [1]).

Stärkere Interdigitationen an der Stelle, wo sonst dieser Gyrus auftritt, sah ich allerdings häufig, nämlich an 13 meiner 25 Hemispheren. Ebenso häufig wie den Gyrus cuneo-lingualis anterior beobachtete CUNNINGHAM den Gyrus cuneo-lingualis posterior, nämlich bei 90%. Nach WEINBERG kommt er fast nie gleichzeitig mit dem Gyrus cuneo-ling. ant. vor (nur eine Ausnahme); er beobachtete ihn übrigens an 46% seiner Hemispheren. Übrigens weiss ich nicht, ob die Autoren immer gleiche Formen im Auge haben. So sind mir WEINBERG's Angaben für Esten nicht recht verständlich. Tiefenwindungen am distalen Ende der Calcarina scheint er zweimal beobachtet zu haben und ausserdem fand er siebenmal, dass sein S. extremus (die Endgabel der Fissura calcarina) durch eine oberflächliche oder tiefe Brücke abgelöst war; so würden wir 9 Fälle (50%) erhalten, aber es liessen sich vielleicht auch die Formen hinzurechnen, wo er hinter der Endgabel einen abgelösten S. extremus fand und würden dann 14 seiner Estenhemispheren diese Bildung zeigen [2]). Aus dieser Betrachtung oder Deutung WEINBERG'scher Angaben geht hervor, dass ich überall dort, wo sich eine abgetrennte Endgabel der Fissur findet (oder ein selbstständiger S. externus), ich diese alle zur Fissur rechne und zwar aus dem Grunde, weil die Fissur bei Affen immer den Raum bis zum Mantelrande ausfüllt. Kommen nun zwischen Mantelrand und Calcarina freie Furchen vor, dann muss ich logisch auch jedesmal einen oberflächlich gewor-

[1]) Dr. CHRISTFRIED JAKOB: Contribution à l'étude de la morphologie des cerveaux des Indiens. Revista del museo de la Plata. Tom. XII. 1904, S. 8.

[2]) WEINBERG's Endgabel wäre dann keine Endgabel, sondern eine Verwechselung mit einem Seitenzweige, wie solch einer häufig in den Cuneus eintritt. Der S. extremus wird auch bei den Letten genannt.

denen Gyrus cuneo-lingualis posterior annehmen. Demnach käme er bei Esten häufig vor. Ich fand nach obigem Princip verfahrend den Gyrus an 13 Hemispheren (52%). Dabei liegt der Gyrus ganz in der Tiefe an drei Hemispheren (VIII, IX, X), ist halb sichtbar an fünf anderen (III, XVI, XVIII, XXI, XXIV) und ganz zur Oberfläche getreten an weiteren fünf Hemispheren (I, VI, XIII, XVII, XIX), also zusammen bei 52%; vielleicht wäre noch Hemisphere XXV hier zu nennen, wo ein weit nach hinten reichender Sulcus subcalcarinus den hinteren Teil der Calcarina in sich aufgenommen zu haben scheint [1]). Oberflächlich fand ich den Gyrus bei 40%, RETZIUS nur bei 15% (er deutet wahrscheinlich in anderer Weise), CUNNINGHAM bei 31.5%, und bei Negern sogar bei 50%; für die Esten möchte ich 55% herausrechnen (10 : 18).

Es hat wohl weiter, bei der sicher bestehenden verschiedenen Auffassung, gar keinen Zweck um wie CUNNINGHAM die Hemispheren noch in Gruppen zu sondern je nachdem 2 oder 3 der hier betrachteten Gyri gleichzeitig vorkommen; übrigens geben meine genauen Mitteilungen jedem, der es wünschenswert findet, Gelegenheit eine derartige Gruppenbildung mit meinen Hemispheren vorzunehmen.

Ausser der Fissura lateralis ist bekanntlich die hier betrachtete Doppeltfissur die tiefste am Gehirn. CUNNINGHAM bemerkt hierzu: „The parieto-occipital fissure is deeper than the calarine, but it is as a rule not so deep as the stem (S. 34)." RETZIUS huldigt derselben Auffassung. WEINBERG, welcher genau gemessen hat, rechnet den Stamm zur Calcarina und findet dann bei Esten und Letten eine grössere mittlere Furchentiefe für die Calcarina.

Ich meine, dass hier zu sehr generalisiert wird; ich fand an 17 von 25 Hemispheren die Fissura parieto-occipitalis ebenso tief wie den Stamm; an den anderen war sie weniger tief. Die Fissura calcarina ist meist weniger tief als die andere Fissur oder der Stamm; doch kann es vorkommen, dass sie gleiche Tiefe wie der Stamm zeigt (8 : 25); nur das caudale Ende ist immer sehr untief; nur auf XXIII war die ganz Fissur sehr tief. CUNNINGHAM würde vielleicht den tiefen vorderen Teil zum Stamm rechnen, auch wenn der trennende Gyrus fehlt; ich fand den vorderen Teil der Calcarina jenseits des trennenden Gyrus, aber einmal ebenso tief wie den Stamm (XIX). Obige Bemerkungen, welche nicht auf genausten Messungen beruhen, bezwecken nur zu zeigen, dass auch in Bezug auf die Tiefe dieser Fissuren die verschiedensten Variationen vorkommen.

Weiter stellte CUNNINGHAM fest, dass der Stamm immer schräg in

[1]) Ähnliches wurde schon bei Affen beobachtet (Variationen, S. 248. Fig. 109).

die Gehirnmasse einschneidet, während die Wände der beiden Fissuren senkrecht stehen. Aber auch diese Regel kennt Ausnahmen, welche ich zu nachfolgender Tabelle vereinigte.

Der Stamm zeigt fast senkrechte Wände (XI).

Die Fissura par.occip. schneidet schräg in den Praecuneus ein und zwar entweder die ganze Fissur (I, V, XVII, XXIV) oder nur der dorsale Teil (III, XXII, XXV) oder nur der ventrale Teil (VII). Wenn die Fissur in der oben beschriebenen Weise in zwei Spalten zerlegt wurde, dann schneidet der vordere Teil immer schräg in den Praecuneus ein (III, VI, VIII, XI, XV, XXI, XXIII, XXV).

Die Fissura calcarina schneidet schräg in den Lobus lingualis ein auf VI, XII, XIII, XVI, XVII, XXI, XXV.

Oft ist der Hauptstamm der vereinigten Fissuren (oder vergleichend-anatomisch betrachtet der vordere Teil der Fissura calcarina) meist allerdings nur oberflächlich mit der Fissura hippocampi verbunden; es wird der Gyrus fornicatus dann durchschnitten. Tiefe Vereinigung fand Weinberg bei Esten nur einmal, Retzius (S. 77) bei 29%; bei Affen ist dies bekanntlich die Regel.

Ich fand tiefere Vereinigung bei III, XI, XIII, XIV, XVI, XVII. XXI, XXII, XXV, also bei 36%;

eine schmale Brücke lag zwischen beiden auf I, II, IV, X, XVIII. XX, also bei 24%;

es trennte die Fissuren ein breiter Zwischenraum auf V, VI, VII, VIII, IX, XII, XV, XIX, XXIII, XXIV, also bei 40%.

Dabei kann dieses vordere Ende des Stammes noch einige Varietäten zeigen, indem sie nicht immer sofort der Fissura hippocampi zuzieht, sondern erst eine Strecke weit in den Gyrus hippocampi hineinzieht parallel zur Fissura collateralis, um sich erst weiter vorn der Fissura hippocampi zu nähern (XIV). In anderen Fällen biegt das vordere Ende ventralwärts ab und nähert sich der Fissura collateralis (XV, XIX), was zur vollständigen Vereinigung beider Fissuren führen kann (XXIII). In solchen Fällen liegt zwischen der Fissura calcarina und der Fissura hippocampi ein sehr breiter Raum. Es wären noch einige Angaben über die Seitenzweige der Fissura parieto-occipitalis zu machen, besonders nach Anleitung der Beobachtungen von Weinberg und Retzius. Weinberg achtete auf die caudalwärts gerichteten Seitenzweige der Fissura parieto-occipitalis; er fand solche an 8 seiner 18 Estenhemispheren (44%) und dabei giebt er, wie oben bereits bemerkt wurde, an, dass dies nie echte Zweige sind, da sie nicht bis in die Tiefe der Furche hinabziehen. Daraus geht hervor, dass Weinberg die kurzen Kerben, welche durch die oben näher beschriebene Teilung der Fissur zuweilen an die Oberfläche

gelangen, nicht zu den Seitenzweigen zählte; er erwähnt sie aber auch weiter nicht. Letztere bilden die erste Art der Seitenfurchen der Fissur (die echten Zweige); die zweite Art wären dann die von WEINBERG beschriebenen Scheinzweige, welche ich noch häufiger fand als er bei den Esten (II, III, V, VII, VIII, IX, XI, XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXI, XXII), nämlich bei 56% (14 : 25).

Diese Seitenzweige gehören fast alle zu den von RETZIUS beschriebenen Furchen des Cuneus und zwar zu seinem S. sagittalis superior; wir werden sie denn auch bei dieser Furchengruppe später erwähnen. Es lässt sich übrigens aus der Reihe der oben erwähnten Zweige eine dritte Gruppe lostrennen, welche nicht auf Verbindungen mit dem S. sagittalis superior beruhen. Solche Scheinzweige zeigen sich nahe am Mantelrande und beruhen auf Verbindungen der Fissur mit dem S. occipito-paramesialis von ELLIOT SMITH [1]). Es ist diese eine sagittale Furche der lateralen Fläche des Lobus occipitalis, die dicht an der Mantelkante entlang zieht und zuweilen auf die mediane Fläche hinübertritt, wo sie in die Fissur oberflächlich einschneiden kann (II Furche 4, XVI Furche 15, XX Furche 25, XXI Furche 16). ELLIOT SMITH hat sie deutlich abgebildet in seiner Figur I; sie ist dort mit dem S. occipitalis lateralis (seinem S. occipitalis lunatus) verbunden; sie kann, wie Fig. 5 zeigt, aber auch selbstständig sein. Sie soll auch bei Hylobatiden und Anthropoiden häufig vorkommen, was ich einstweilen noch anzweifle. Übrigens schneidet bei Javanen dieser Sulcus noch weit häufiger in die Mantelkante ein als in den oben erwähnten Fällen, wo sie die Fissur erreicht. Auf XX kann sie als zerspaltet bezeichnet werden und beide Teile (Furchen 25 und 26) können in den Rand einschneiden. Man vergleiche nur II (4), VI (2), XV (12), XVI (15), aus welcher Vergleichung hervorgeht, dass das vordere oder das hintere Ende auf die mediane Fläche treten kann. Auf XXIV ist diese Furche vielleicht mit m^1 vereinigt und auch auf XXV scheint sie vorzukommen; das wären dann 8 Fälle, zu denen noch die Furchen der Hemispheren XIII, XVII, XXIII treten würden, bei denen die Furche nicht in den Rand einschneidet. Trotzdem sie elfmal beobachtet wurde, ist sie bei Javanen relativ selten, denn bei Fellah's (ELLIOT SMITH) und Letten (WEINBERG S. 83) soll sie constant vorkommen. Wenn die oben ausgesprochene Vermutung richtig ist, dass der S. occipitalis sagittalis sich durch Verbindung von *m* oder m^1 mit *pm* bildet, dann würde der Sulcus occipito-paramesialis sich weit häufiger bei Javanen finden in der Gestalt des S. occipit. sagittalis; man vergleiche hierzu XV mit XXIV.

[1]) Anatomischer Anzeiger, Bd. XXIV, 1903, S. 75.

Übrigens ist noch darauf hinzuweisen, dass man in einigen Fällen, wo der S. occipito-paramesialis auf die mediane Fläche tritt, diese Nebenfurche nicht mehr von dem S. sagittalis superior des Cuneus unterscheiden kann (II, XVI, XXI), denn diese tritt zuweilen von der medialen Fläche auf die laterale hinüber und zeigt dann gleichen Verlauf wie die oben beschriebenen Ss. occip. paramesiales. Solche Exemplare des S. sagittalis superior findet man auf V, IX, XV, XVIII, XXIII; hier lassen sich eben, wie überall sonst am Gehirn, keine scharfen Grenzen ziehen [1]).

Wir haben nun noch eine vierte Art von scheinbaren Seitenzweigen zu erwähnen; sie beruhen ebenfalls auf Verbindung mit einer Furche der lateralen Fläche und zwar mit dem S. occipitalis transversus (m^1). Es kann m^1 in den Rand einschneiden und dann auf der medialen Fläche in die Fissur eintreten (XII), oder m^1 erreicht die Fissur bereits auf der lateralen Fläche (XIII); auch auf XXII vereinigen sie sich fast. Eine fünfte Gruppe von Seitenzweigen sieht man im Praecuneus; auch diese wurden bereits für 9 Hemispheren erwähnt; seltner findet man zwei solcher nach vorn gerichteter Zweige (VI, VIII, XX, XXI). Häufiger finden sie sich an den Gehirnen, wo die Fissur gespalten ist (VI, VIII, XXI) und beruhen dann auf echten Seitenzweigen. In einzelnen Fällen, wie auf XI, liegt wohl eine Verbindung mit Nebenfurchen des Praecuneus vor.

Weinberg achtete weiter auf die Verschiedenheiten in der Verlaufsrichtung des dorsalen Teils dieser Fissur, der sich auf der lateralen Fläche findet. Es kann dieses Ende bei Javanen annähernd quer gerichtet sein (48%) oder nach vorn abgelenkt (20%) oder nach hinten abgelenkt (32%).

Sie steigt mehr oder weniger weit auf die laterale Fläche hinab; für diesen lateralen Teil fand Weinberg Längen von 12—32 Millimeter und ein Mittel von 20.7 Millimeter. Nun hat dieses Messen leider seine missliche Seite, da niemand bestimmen kann wo der dorsale Teil anfängt, denn es ist die Mantelkante nicht messerscharf; ausserdem weiss man bei Gabelung nicht immer, welchen Arm man messen soll. Da aber Waldeyer behauptet hat, dass die Fissur bei Negern weiter hinabreiche und dieses als eine niedere Bildung bei dieser Rasse zu betrachten sei, so empfahl es sich immerhin auch bei Javanen einmal zu messen, wenn auch Karplus die Behauptung Waldeyer's schon zurückwies. Ich fand Längen von 13—28 Milli-

[1]) Ich vermute, dass der in den Rand einschneidende S. occipt. paramesialis und S. sagittalis sup. dem medialen Furchenelement von Eberstaller's Sulcus triradiatus entsprechen. Schneidet der S. sagittalis superior nicht ein, dann würde Zuckerkandl (III, S. 60) ihn wohl als S. marginalis cunei bezeichnen.

meter und ein Mittel von 20.1 Millimeter, welches auffallend mit dem der Esten übereinstimmt.

Bei Negern soll die Fissur zuweilen auch in die Fissura lateralis, den S. temporalis superior [1]) oder den S. interparietalis eintreten; ich fand bei Javanen nur letzteres (XVII); ein ganz oberflächliches Einschneiden kommt allerdings öfter vor (I, VI).

Oft zeigt der laterale Endteil der Fissur eine Endgabel oder einen kurzen Seitenzweig (V, VI, VII, IX, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XXIV, XXV); dass hiermit nicht der aus der Tiefe hervorsteigende durch Spaltung der Fissur entstehende Seitenzweig gemeint ist, braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden.

Der auf der medianen Fläche befindliche Teil der Fissur kann noch verschiedene Richtung zeigen; entweder zeigt sie einen schräg gestellten geraden Verlauf (9 : 25) oder sie ist wellig gebogen (7 : 25) oder convex nach hinten gekrümmt (7 : 25).

Einige Bildungen an der Calcarina erfördern noch nähere Betrachtung. Bekanntlich schliesst diese Fissur den Cuneus unten ab; sie kann dies aber in sehr verschiedener Weise tun. Erstens kann sie in mehr oder weniger starkem Bogen dorsalwärts gekrümmt sein, wodurch der Cuneus kleiner wird; diese Form kommt am häufigsten vor. Zweitens kann die Calcarina horizontal (sagittal) gerichtet sein und also geraden Weges zum Occipitalpol ziehen (IV, V, XIV, XVII, XXII, XXIII, XXIV, XXV). Beide Formen zeigen sich auch bei Affen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle; selten ist die Calcarina bei Affen ventralwärts convex. Das caudale Ende der Calcarina ist bekanntlich meist gegabelt; nach CUNNINGHAM sollen diese Endzweige meist senkrecht auf der Fissur stehen; sie würden dann also einen Winkel von 180° bilden. Dies mag für Engländer zutreffen; bei Javanen zeigen die Endzweige nur selten einen Winkel von 180°. Dabei will ich nochmals wiederholen, dass ich den hinter der Calcarina gelegenen S. extremus stets zur Calcarina rechne; ist der S. extremus gerade gestreckt, dann erhalten wir also einen Winkel von 180°. Solch einen Winkel von ungefähr 180° fand ich viermal (I, VI, XIII, XVIII), einen stumpfen Winkel viermal (XVI, XXI, XXIV, XXV); zwischen beiden Endzweigen liegt seltner ein rechter Winkel (XVII), am häufigsten ein spitzer Winkel (II, IV, VII, IX, X, XI, XXII). Zuweilen fehlt einer der Gabelarme und zwar nach RETZIUS (S. 136) meist der untere. Bei Javanen fehlt meist der obere (III, VIII, XV, XIX, XX, XXIII), seltner der untere (V, XII, XIV). Übrigens muss ich zugeben, dass

[1]) Mir scheint hier ein Irrtum vorzuliegen; ich kan solche Verbindungen nicht begreifen.

zuweilen schwierig festzustellen ist, ob man bei unverzweigter Calcarina den oberen oder unteren Zweig vor sich hat; meist liess ich mich durch die Lage zu *x* leiten; der untere Zweig soll unterhalb der Furche *x* liegen. Auch WEINBERG fand häufiger eine fehlende Gabelung und zwar an 40% seiner Hemispheren, was ungefähr meinen 36% entsprechen würde. Auf I ist die Endgabel auf die laterale Fläche verlegt und dabei aussergewöhnlich stark. Oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Endgabel meist von der Furche losgetrennt ist; von den 16 Hemispheren, die eine vollständige Endgabel zeigen, war diese bei 10 losgelöst durch einen tiefen oder einen oberflächlichen Gyrus; übrigens kann auch der Endast der nicht gegabelten Furche durch eine Brücke in zwei Teile getrennt sein (III 11, XIX 18) oder auch der untere Gabelarm allein (IV 30). Dort, wo die Endgabel abgelöst ist und ihre Zweige einen Winkel von 180° bilden, müssen wir eine transversale Furche finden (Sulcus extremus), welche die Calcarina nach hinten abschliesst (VI, XIII). In diesen beiden Fällen mündete die von der lateralen Fläche kommende *x*-Furche in diesen S. extremus ein, wie überhaupt dort, wo die Calcarina nicht in den Mantelrand einschneidet, die *x*-Furche zur medianen Fläche hinübertritt.

In Bezug auf dieses Einschneiden in den Mantelrand und Hinübertreten zur lateralen, seltner ventralen Fläche verhalten sich die Hemispheren sehr verschieden. Wenn beide Arme der Endgabel vorhanden sind können beide einschneiden (XVII, XXI) oder nur der untere (IV, VII, IX, XVI) oder keiner von beiden (II, VI, X, XI, XIII, XVIII, XXII, XXIV, XXV) oder die Furche gabelt erst auf der lateralen Fläche (I). Wenn der untere Arm fehlt (V, XII, XIV), dann schneidet der obere einzige ein; fehlt der obere, dann schneidet der untere ein.

Es kann der untere Zweig sehr verlängert sein und stark abwärts steigen zur ventralen Fläche oder zum ventralen Rande der lateralen Fläche. Auch WEINBERG (Letten) fand dies bei 26% seiner Hemispheren; er lässt dann die Furche immer ohne Endgabel enden. Ich sah vier Furchen zur ventralen Fläche ziehen (IV, VII, XV, XX) und drei andere zum ventralen Rande der lateralen Fläche (III, VIII, IX); zusammen wären dies 28%; auch meiner Erfahrung nach fehlt dann meist der obere Zweig, aber die Furche kann auch gegabelt sein (IV, VII, IX). WEINBERG kennt noch eine andere unverzweigte Furchenform, wo die Calcarina in der Weise endet, dass sie den Occipitalpol überschreitet und quer von innen nach aussen eine Strecke weit über die Hinterfläche des Gehirns hinabzieht. Er fand siebenmal diese Form (14%), die vielleicht

meinen Figuren V, XII, XIV, XIX, XXIII entspricht (20%).

Wie oben bereits erwähnt wurde, schneidet die Furche *x* regelmässig auf den Gehirnen in die Gehirnkante ein, wo *c* diesen Rand nicht einkerbt (II, VI, X, XI, XIII, XVIII, XXIV); ich fand für die Regel nur eine Ausnahme (XXV), aber auch auf anderen Hemispheren, wo *c* wohl den Rand einkerbt, kann *x* ihn gleichfalls durchsetzen (IV, V, XII, XIV). Zur Vergleichung mit den Affen will ich hier noch hinzufügen, dass die Calcarina bei Macacus und Cercopithecus sich sets am Mantelrande in die beiden Endzweige spaltet und so der der Hemisphere I der Javanen sehr ähnlich ist; meist schneiden beide Zweige in den Mantelrand ein, seltner nur einer; bei den Semnopitheci entwickelt sich meist nur der untere Arm der Endgabel, der meistens auch einschneidet; sie entsprechen also einer anderen Gruppe meiner Hemispheren; bei den Hylobatiden, die auch meist nur einen Endzweig zeigen, zieht der Endarm weit auf die laterale Fläche hinüber, entspricht also einer der von WEINBERG aufgestellten Gruppen. Eine losgetrennte Endgabel wurde bisher soweit ich weiss, bei Affen nicht beobachtet.

Ausser erwähnter Endgabel kann *e* noch Seitenzweige zeigen, von denen einer, der in den Cuneus hineinzieht, sich ziemlich oft findet (V, VI, VII, IX, XIII, XIV, XVII, XVIII, XX, XXI, XXV). Dieser Seitenzweig kann die unten näher zu betrachtenden Nebenfurchen des Cuneus verdrängen und weiter kann er zu Verwechselungen mit der Endgabel führen, wenn diese wie auf XVII losgetrennt ist; man könnte dann auch hier von einer Endgabel sprechen und hätte dann occipitalwärts eine selbstständige Furche, die ebenfalls eine Endgabel trägt; ich vermute, dass solche und ähnliche Bilder (VI, XIII) WEINBERG dahin führten seinen S. extremus aufzustellen. Auch könnte man leicht bei fehlendem oberem Endzweig den Seitenzweig als oberen Endzweig acceptieren. Vor allen solchen Irrtümern schützt am besten die Betrachtung einer grossen Anzahl Gehirne und weiter möge man immer auf das Lageverhältnis zu *x* achten, welche Furche meist in die Endgabel von *c* eingreift oder in seltneren Fällen *c* mit einer Gabel umfasst (XXIII). Der zwischen beiden Fissuren und der Mantelkante gelegene Cuneus kann die Gestalt eines fast gleichschenkeligen Dreiecks haben (II, X, XIV, XVII, XXI, XXV); selten (XIII) sind die vorderen zwei Schenkel länger als der dorsale (Mantelrand) oder ist dieser Teil des Mantelrandes länger als die beiden anderen Seiten (XXII); in allen anderen Fällen ist die Fissura parieto-occipitalis kürzer als die beiden anderen Seiten.

Es kann der Cuneus sehr verschiedene Entfaltung zeigen; oft

wird er, wie RETZIUS bemerkte, verkleinert durch stärkere Entfaltung des Lobulus lingualis, der die Fissura calcarina dorsalwärts drängt (I, VI, XII, XIII, XVI, XX, XXI); sehr gross ist der Cuneus auf X, XXII, XXIV. Er wird vergrössert, wenn die Calcarina stark ventralwärts abweicht, so auf III; zum Contrast möge man diese Hemisphere mit I vergleichen. Verkleinerung des Cuneus durch Abtrennung eines Lobulus parieto-occipitalis habe ich, wie erwähnt, niemals beobachtet.

Die Furchen des Cuneus wurden besonders durch RETZIUS studiert. Er unterschied einen S. sagittalis inferior cunei ungefähr parallel der Calcarina und einen S. sagittalis superior cunei, der wie oben bereits erwähnt wurde, häufig mit der Fissura parieto-occipitalis in Verbindung tritt, sodass er als Zweig derselben aufgefasst werden könnte; der schwache S. cunei der Affen, meist mit *B* bezeichnet, scheint mir der Lage nach mehr dem S. sagittalis superior zu entsprechen. Auch der S. sagittalis inferior kann nach RETZIUS in die Fissura parieto-occipitalis einschneiden, an der anderen Seite auch in den Occipitalpol; ersteres sah ich niemals, letzteres nur einmal (XIX). Auch fand ich die Furche niemals verzweigt (der Zweig auf VI ist losgetrennt); häufig aber ist bei Javanen nur das hintere Ende (V, XI, XXI, XXIII), selten nur das vordere Ende (XXII), am häufigsten sind beide Enden gegabelt (II, IV, VI, VIII, IX, X, XV, XVIII, XIX, XXIV). Zuweilen ist die Furche zerspalten und zwar meist durch einen Zweig der Calcarina (XX, XXI) oder sie wird durch diesen Seitenzweig ihres vorderen Endes beraubt (V, VII, XXV). Weit schwächer ist der S. sagittalis superior; öfter fehlt er vollständig und findet man dann nur eine Furche im Cuneus, die dann meist in der Mitte des Cuneus liegt (I, VI, XII, XIII, XIV, XVII, XIX, XX, XXI, XXIII, XXIV). Auf XII, XIX, XXIII, XXIV ist der S. sagittalis superior wohl durch die Furche *m'* verdrängt und auf II, XVI, XX, XXI durch den S. occipito-paramesialis (*pm*). Auf I ist die einzige Furche des Cuneus transversal gerichtet und schneidet in den oberen Mantelrand ein; ganz abnormal ist diese Furche auch auf XIV, wo sie mit dem Seitenzweig der Calcarina verbunden ist und auch eine transversale Richtung zeigt; auf VI breitet sich ein abgetrennter Zweig des S. sagittalis inferior dorthin aus, wo wir den S. sagittalis superior erwarten würden.

Wo der Sulcus sagittalis superior vorhanden ist, zeigt er sich meist als eine sagittal oder schräg gestellte Furche, die mit der Fissura parieto-occipitalis verbunden ist (III, V, VII, VIII, IX, XI, XV, XVIII, XXII); dabei ist sie auf V, VII, VIII, IX, XVIII

XVIII stärker als der S. sagittalis inferior. Auf VIII, IX und XV, sowie auch auf IV, ist sie zersprengt; nicht mit *w* verbunden aber sehr stark ist sie auf X; eine nicht mit *w* verbundene Furche zeigen noch IV und XXV.

Betrachtet man den Mantelrand des Cuneus, dann sieht man wie verschiedene Furchen in diesen einschneiden; die meisten derselben wie *c*, *x*, *m'*, der S. sagittalis superior cunei und der S. occip. param. (*pm.*) wurden oben bereits erwähnt. Seltner schneidet *u* ein (sieh bei S. occipitalis lateralis), so auf VII, X, XXII; noch seltner schneidet das untere Ende von *m* in den Rand ein (XII); ausserdem findet man noch einige kleine Nebenfurchen, so I Furche 28, V Furche 31, III Furche 10, u. s. w.

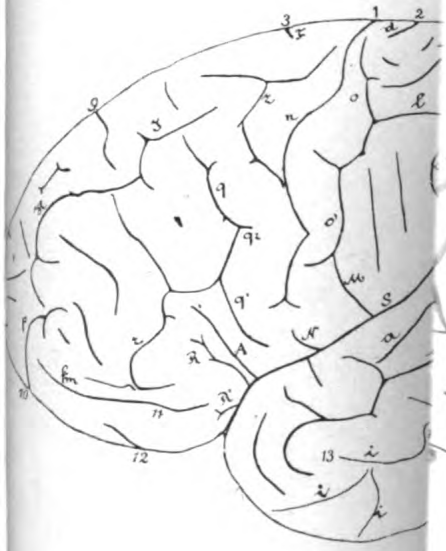
Sehr variabel ist schliesslich auch noch der Winkel, den die beiden Fissuren beim Zusammentreffen bilden, aber wie andere Winkel der Gehirnfurchen lässt er sich nicht mit genügender Genauigkeit messen, denn es sind die Fissuren keine geraden Linien, die beim Zusammentreffen eine Spitze bilden könnten; darum fand ich es besser auf alle Massen su verzichten.

Abgeschlossen: $\frac{\textit{Sidhoardjo}}{\textit{Java}}$ 17 *December* 1905.

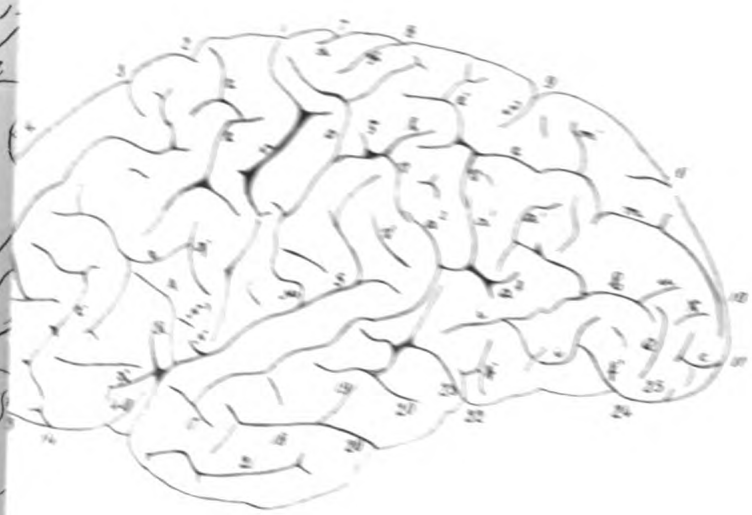
INHALT.

Einleitung . . . . . S. 3
Betrachtungen über das Gehirngewicht . . . . . „ 13
Über die Variationen der Furchen . . . . . „ 29
A. Die Furchen der lateralen Fläche . . . . . „ 37
Fissura lateralis . . . . . „ 37
Die Furchen des mittleren Hirnteils . . . . . „ 51
1 Sulcus centralis . . . . . „ 51
2 „ inflectus . . . . . „ 56
3 „ praecentralis superior . . . . . „ 60
4 „ „ inferior . . . . . „ 63
5 „ diagonalis . . . . . „ 68
6 „ retrocentralis . . . . . „ 70
Die Furchen des vorderen Hirnteils . . . . . „ 79
1 Sulcus frontalis superior . . . . . „ 79
2 „ „ medius und Sulcus fronto-orbitalis „ 82
3 „ „ inferior . . . . . „ 87
4 „ frontomarginalis . . . . . „ 97
Die Furchen der orbitalen Fläche . . . . . „ 100
1 Sulcus orbitalis . . . . . „ 100
2 „ olfactorius . . . . . „ 104
Die Furchen des hinteren Hirnteils . . . . . „ 105
1 Sulcus interparietalis und Sulcus occipitalis transversus . . . . . „ 105
2 Furchen oberhalb des Sulcus interparietalis . . . „ 118
3 „ unterhalb des S. interparietalis . . . . . „ 120
4 Die Furchen am occipitalen Pol . . . . . „ 122

Die Furchen des temporalen Hirnteils . . . . . S. 137
1 Sulcus temporalis superior . . . . . „ 137
2 „ „ medius . . . . . „ 145
3 „ „ inferior und Fissura collateralis . . . . . „ 148
B. Die Furchen der medianen Fläche . . . . . „ 160
1 Sulcus cinguli . . . . . „ 160
2 „ rhostralis . . . . . „ 172
3 „ subparietalis und S. praecunei . . . . . „ 173
4 Furchen des Gyrus cinguli . . . . . „ 176
5 Die Fissura parieto-occipitalis und die Fissura calcarina . . . . . „ 176



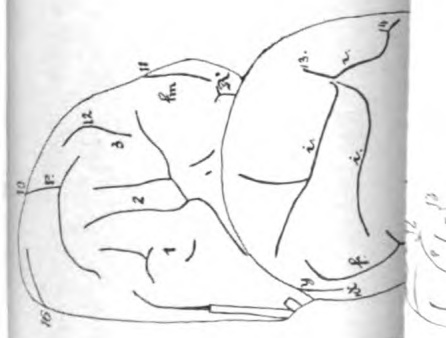
I.



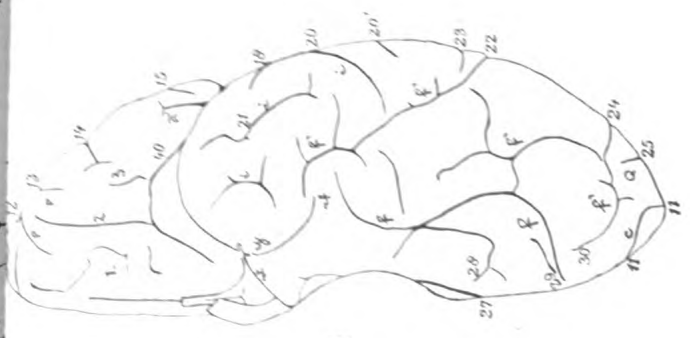
III.

I.

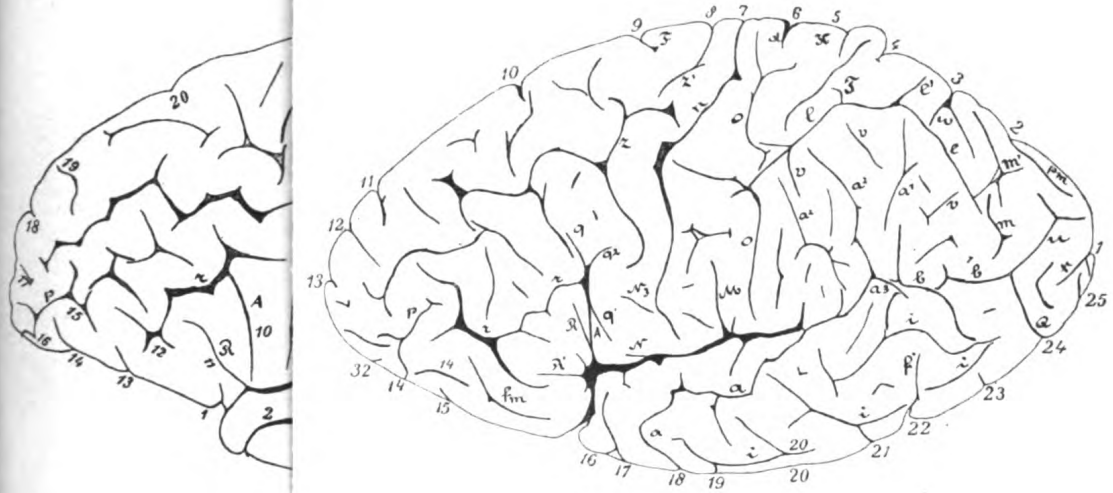
III.



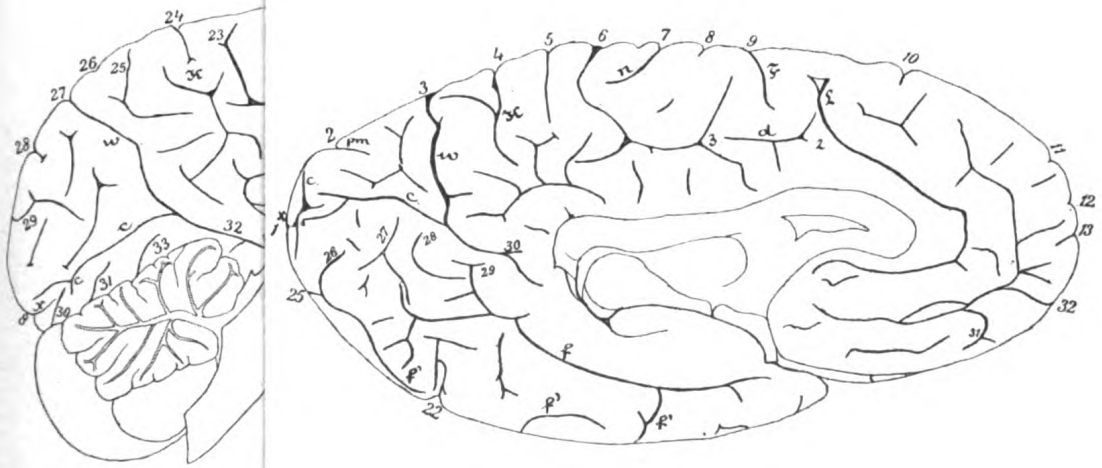
I.



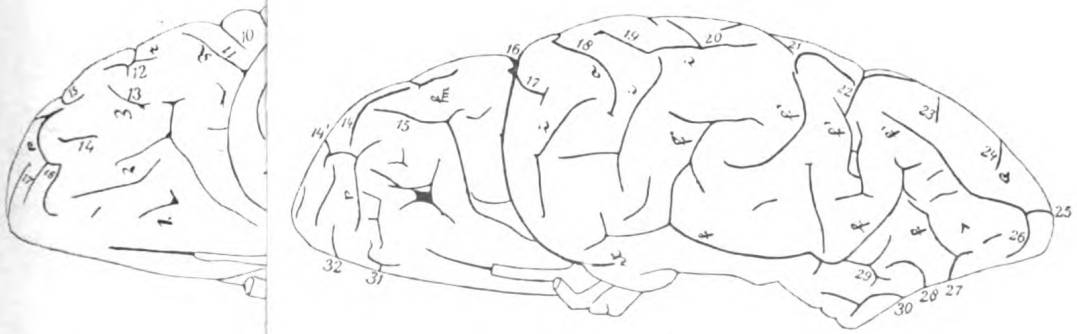
III.



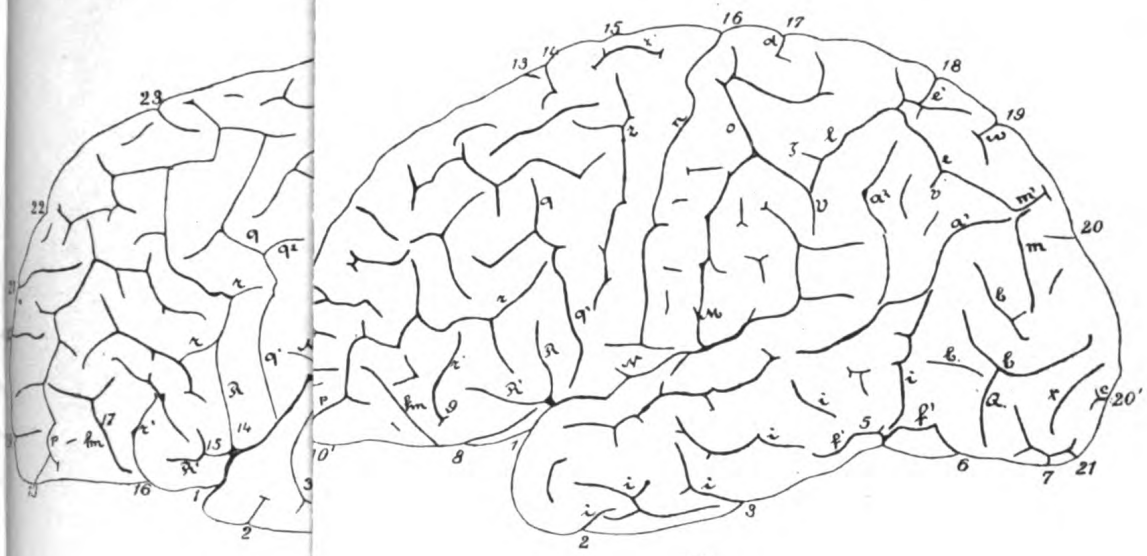
VI.



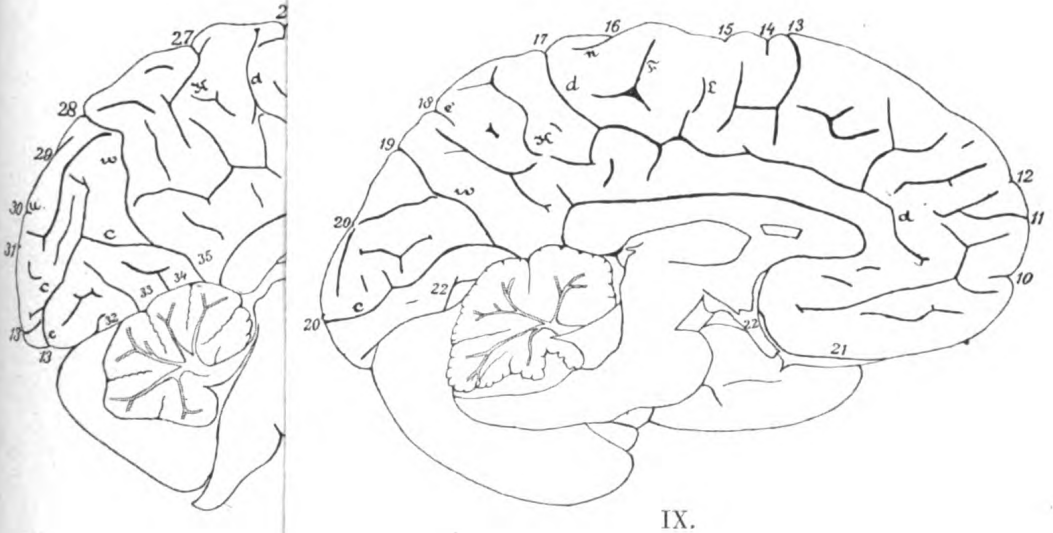
VI.



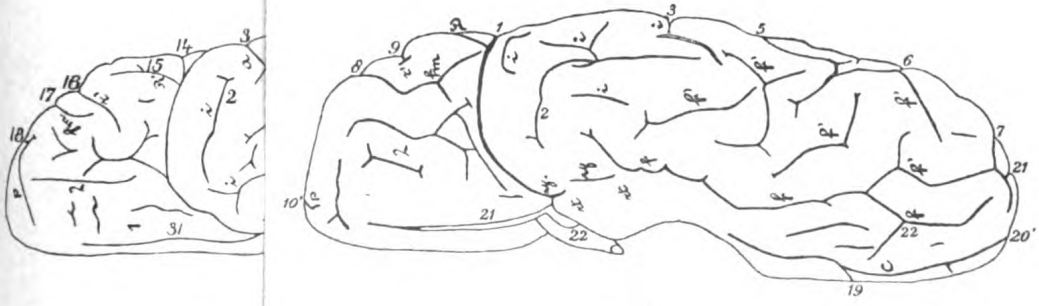
VI.



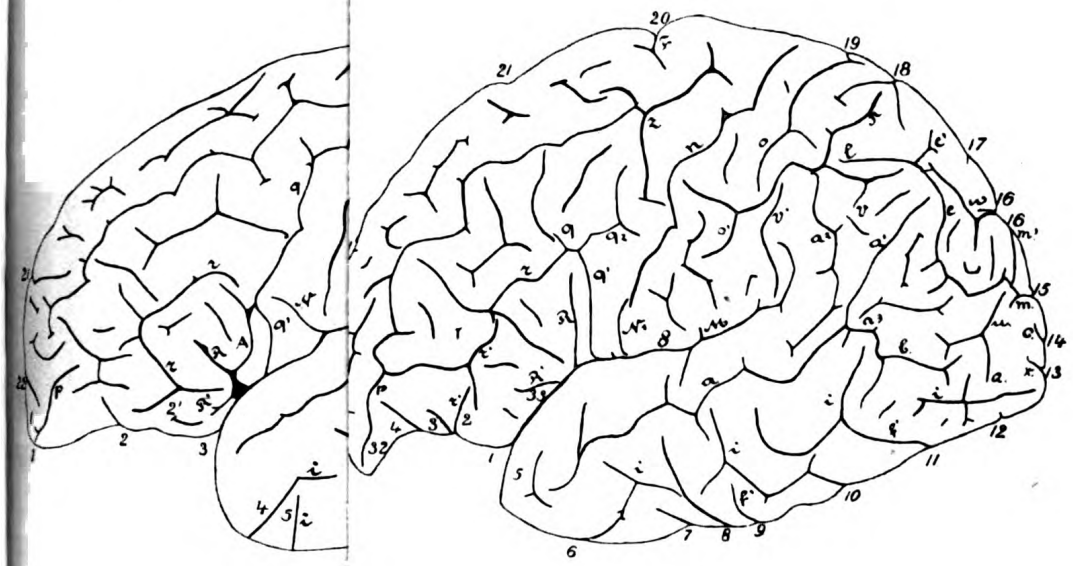
IX.



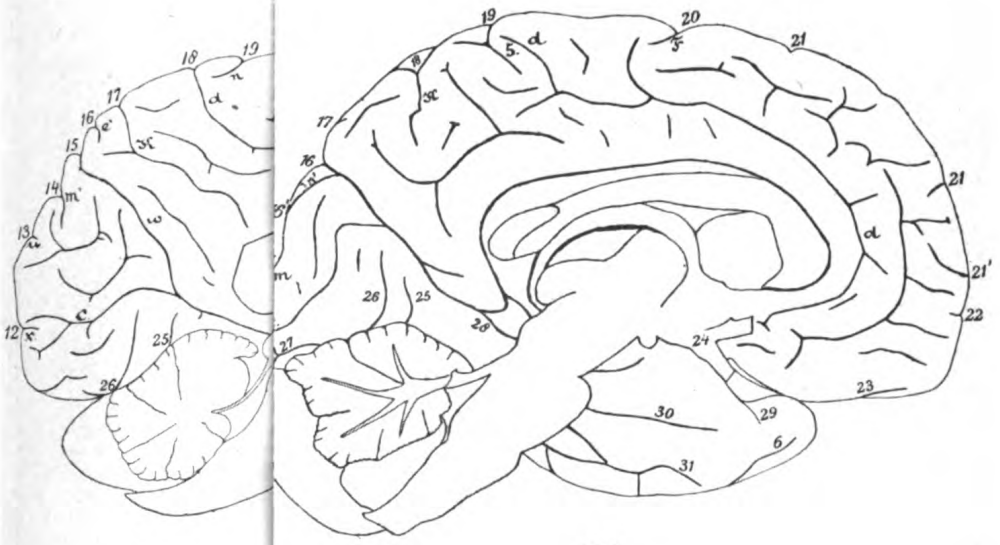
IX.



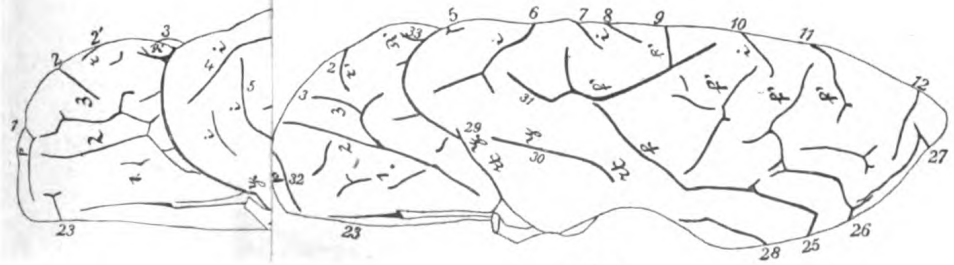
IX.



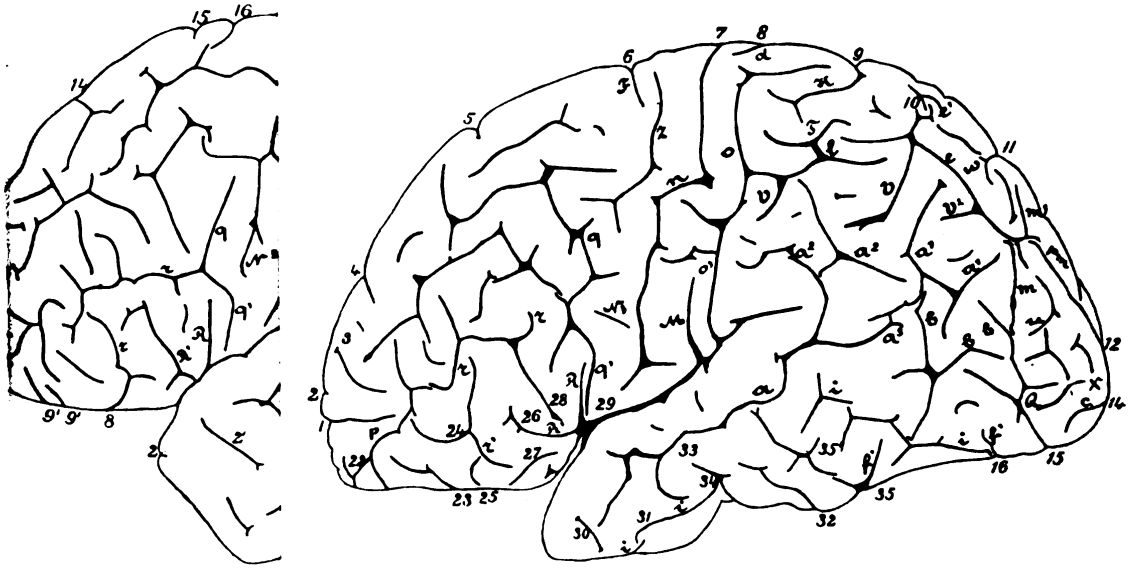
XII.



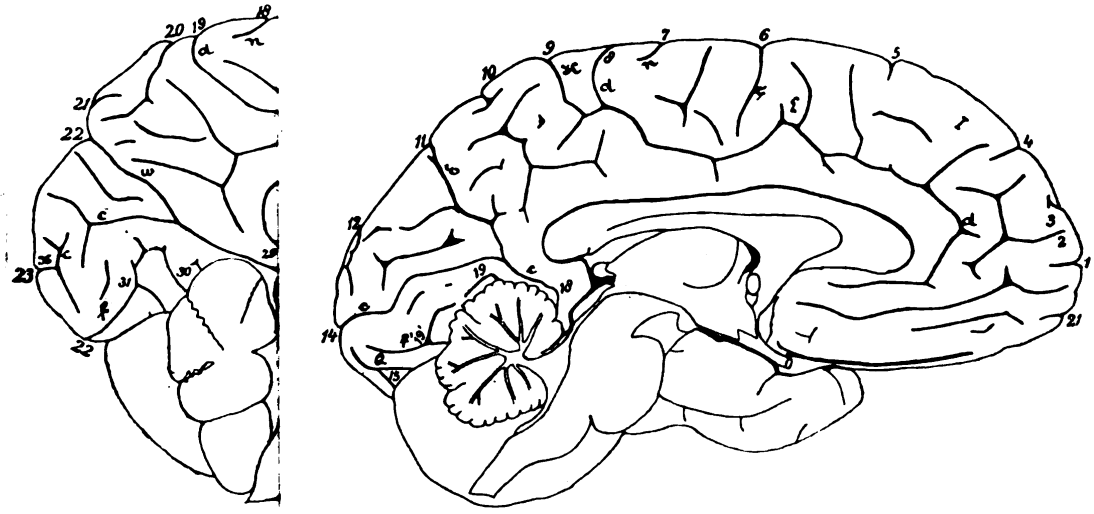
XII.



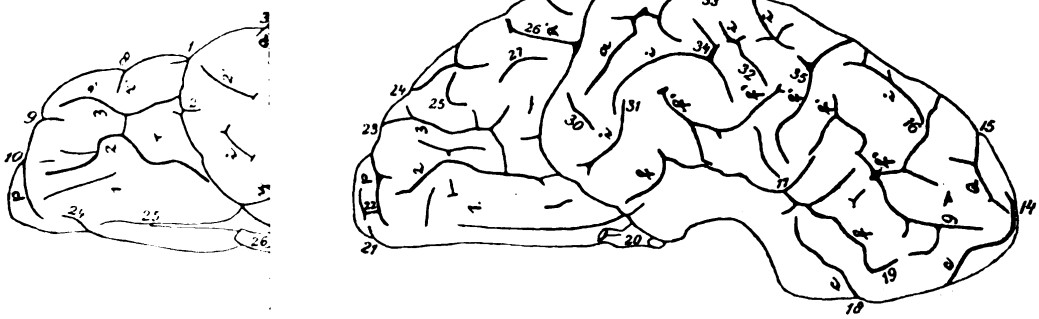
XII.



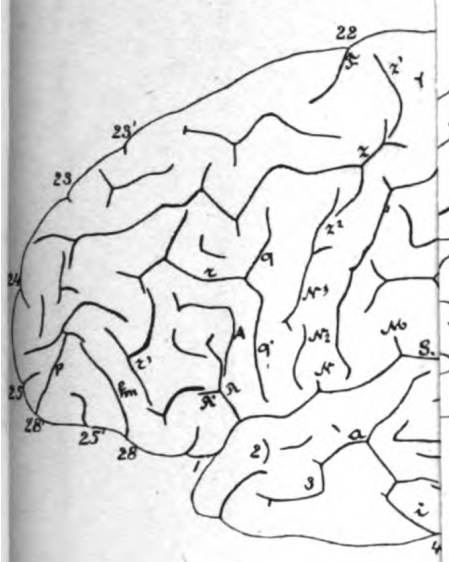
XV.



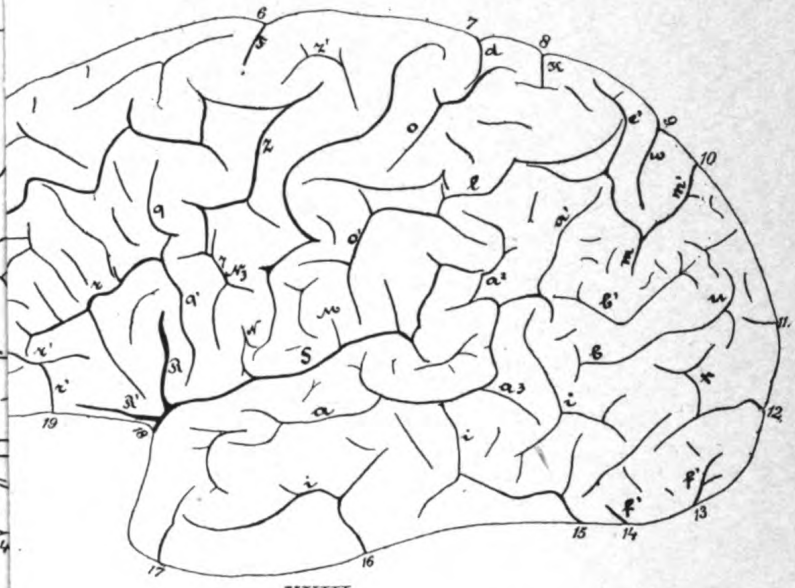
XV.



XV.

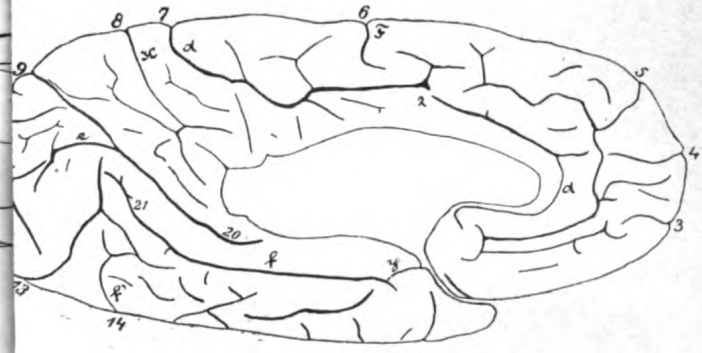


XVI.

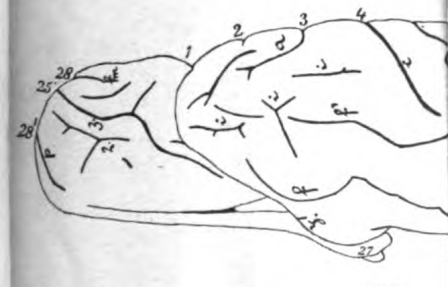


XVIII.

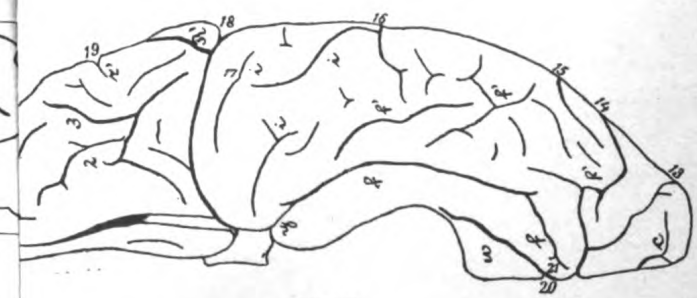
XVI.



XVIII.

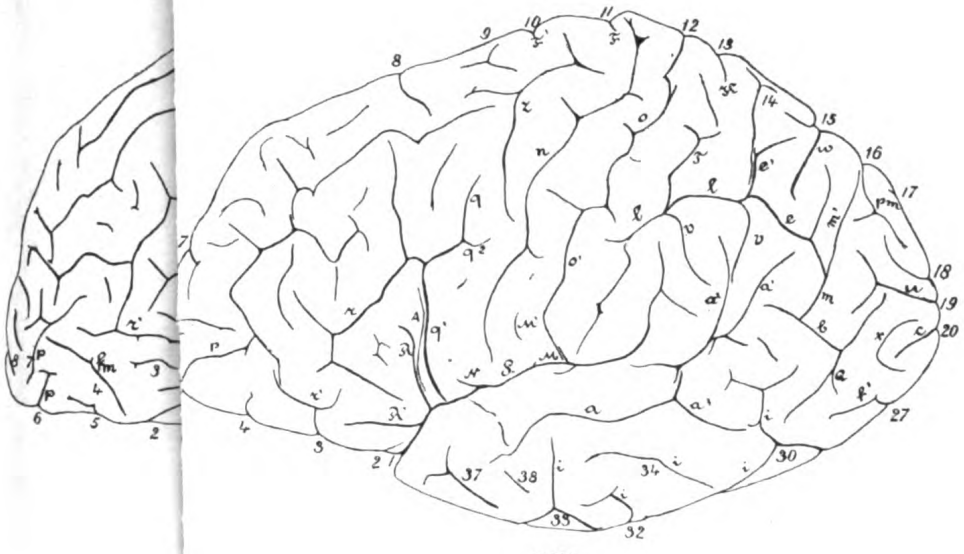


XVI.

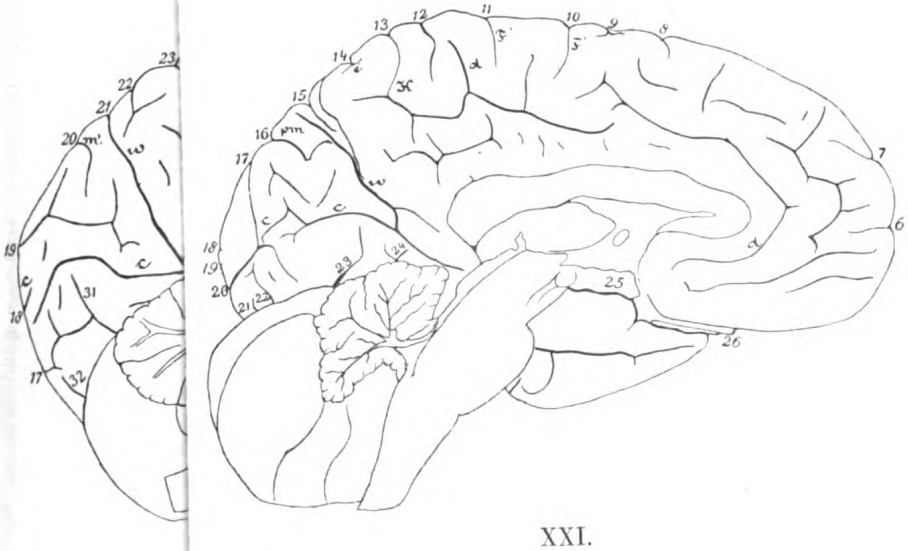


XVIII.

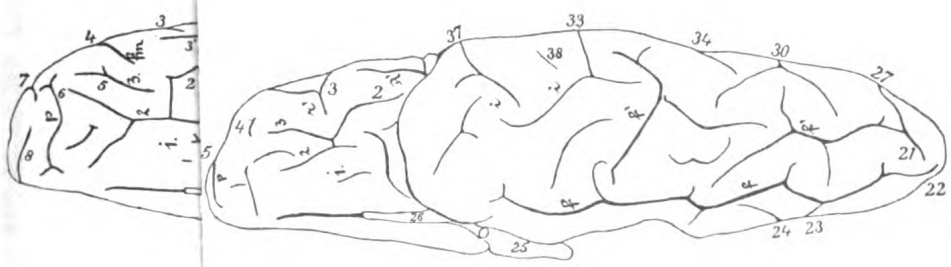
Tafel VII.



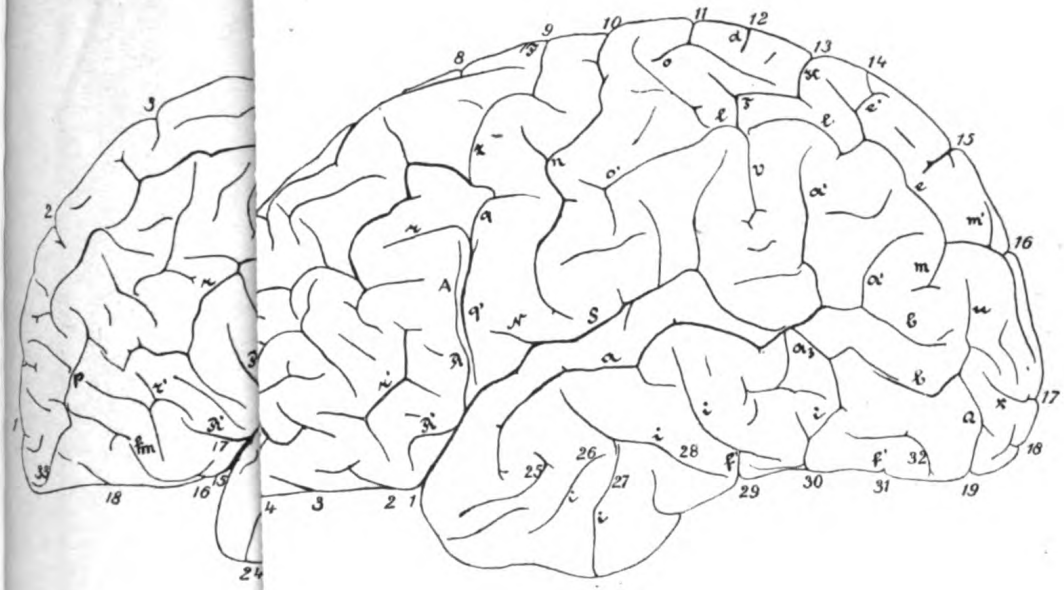
XXI.



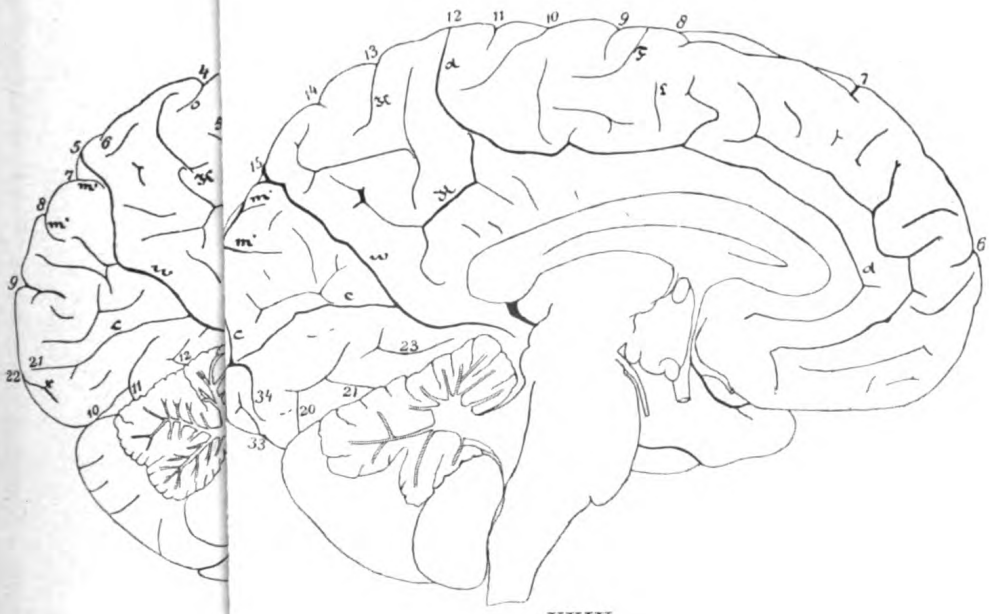
XXI.



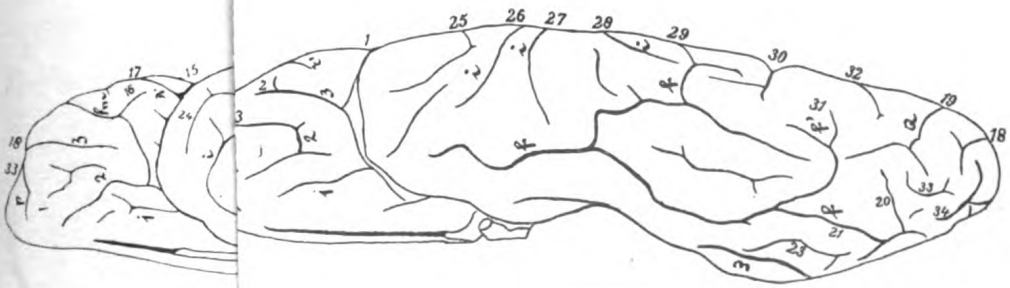
XXI.



XXIV.



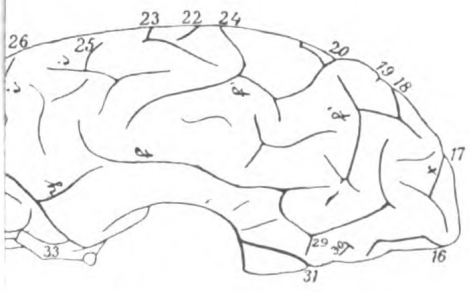
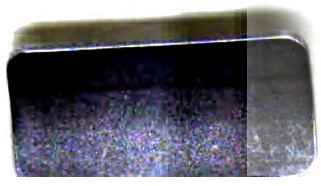
XXIV.



XXIV.

XXV.

XXV.



XXV.